



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина

**Механико-
машиностроительный
институт**

**Г. Г. КОЖУШКО
О. А. ЛУКАШУК**

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Учебно-методическое пособие



Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Г. Г. Кожушко
О. А. Лукашук

Расчет и проектирование ленточных конвейеров

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано
методическим советом УрФУ для студентов,
обучающихся по направлению подготовки
23.02.02 «Наземные транспортно-технологические
комплексы»

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2016

УДК 621.87-2(075.8)

ББК 39.9я73

К58

Рецензенты:

завкафедрой «Горные машины и комплексы» Уральского государственного горного университета, проф., д-р техн. наук *Н. М. Суслов*;
проф., д-р техн. наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук» (ИМАШ УрО РАН) *И. Г. Емельянов*.

Кожушко, Г. Г.

К58 Расчет и проектирование ленточных конвейеров : учебно-методическое пособие / Г. Г. Кожушко, О. А. Лукашук. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 232 с.

ISBN 978-5-7996-1836-0

В пособии изложены общие сведения о ленточных конвейерах и транспортируемых грузах, порядок проектирования ленточных конвейеров, приведены способы определения нагрузок, рассмотрены проектные и проверочные расчеты сборочных единиц механизмов. Приведены сведения о специальных ленточных конвейерах. В приложениях приведены параметры стандартных изделий, необходимые для проектирования.

Предназначено для студентов всех форм обучения направления 23.02.02 (190100) — Наземные транспортно-технологические комплексы, учебные планы которых предусматривают практические занятия и выполнение проекта по дисциплине «Машины непрерывного транспорта».

Библиогр.: 14 назв. Табл. 35. Рис. 50. Прил. 10.

УДК 621.87-2(075.8)

ББК 39.9я73

ISBN 978-5-7996-1836-0

© Уральский федеральный
университет, 2016

Оглавление

Введение	5
----------------	---

Глава 1.

Методика проектирования

ленточного конвейера.....	6
1.1. Проектирование машин непрерывного транспорта	6
1.2. Объем и содержание чертежей	10
1.3. Содержание расчетно-пояснительной записки	14
1.4. Последовательность работы над проектом	16

Глава 2.

Общие сведения о ленточных конвейерах

и транспортируемых грузах.....	19
2.1. Устройство и принцип действия ленточного конвейера	19
2.2. Характеристика и свойства сыпучих грузов.....	24
2.3. Конвейерные ленты	26
2.6. Натяжные устройства	44
2.7. Устройства для очистки ленты	46
2.8. Устройства безопасности и контроля	48
2.9. Монтаж и техническое обслуживание ленточных конвейеров....	48

Глава 3.

Ленточные конвейеры специальных типов.....

3.1. Передвижные и переносные конвейеры.....	53
3.2. Телескопические ленточные конвейеры	54
3.3. Конвейеры с бесконтактной опорой ленты.....	55
3.4. Конвейеры с увеличенным углом наклона	57
3.5. Двухленточные конвейеры-элеваторы	60
3.6. Ленточно-канатные конвейеры	63
3.7. Ленточно-цепные конвейеры	64
3.8. Конвейеры с металлическими лентами	66

Глава 4.	
Расчет ленточных конвейеров.....	67
4.1. Исходные данные для расчета конвейера.....	67
4.2. Определение режима работы конвейера.....	68
4.3. Выбор скорости и ширины ленты.....	70
4.4. Методы расчета ленточных конвейеров	74
4.5. Приближенный метод расчета ленточных конвейеров.....	75
4.7. Принципиальное решение металлоконструкций	114
Библиографический список	131
Приложение 1. Характеристика сыпучих грузов.....	133
Приложение 2. Роликоопоры	136
Приложение 3. Ленты конвейерные.....	140
Приложение 4. Барабаны	150
Приложение 5. Натяжные устройства	161
Приложение 6. Тележки разгрузочные (Нормаль Н-646-67)	168
Приложение 7. Электродвигатели	171
Приложение 8. Редукторы	182
Приложение 9. Тормозные устройства.....	216
Приложение 10. Муфты	226

Введение

Ленточными конвейерами называют машины непрерывного транспорта, несущим и тяговым элементом которых является гибкая лента. Такие конвейеры нашли широкое распространение. Их применяют для перемещения сыпучих и штучных грузов на короткие, средние и дальние расстояния во всех областях промышленного и сельскохозяйственного производства, при добыче полезных ископаемых, в металлургии, на складах и в портах, используют в качестве элементов погрузочных и перегрузочных устройств, а также машин, выполняющих технологические функции [1].

Существенным **преимуществом** ленточных конвейеров является значительная производительность, которая при больших скоростях движения (6–8 м/с) и ширине ленты может быть доведена до 20 тыс. т/ч, что во много раз превышает производительность других типов конвейеров.

Ленточные конвейеры могут иметь сложные трассы с горизонтальными и наклонными участками, а также с изгибами в горизонтальной плоскости. Длина горизонтальных конвейеров может составлять 3–5 км в одном ставе, в отдельных случаях достигает 14 км. Благодаря простоте конструкции и эксплуатации, удобству контроля работы и автоматизации управления ленточные конвейеры имеют высокую надежность даже при работе в тяжелых условиях.

Не менее 70 % всех ленточных конвейеров представляют собой установки с приводом мощностью до 400 кВт и длиной до 500 м. У конвейеров большей длины и высокой производительности общая мощность приводных двигателей достигает 10 тыс. кВт.

К **недостаткам** ленточных конвейеров относится высокая стоимость ленты и роликов, составляющая соответственно около 50 и 30 % от общей стоимости конвейера, наличие просыпи груза и то обстоятельство, что использование этих конвейеров затруднено при транспортировании пылевидных, горячих и тяжелых штучных грузов, а также при углах наклона трассы, превышающих 18–20°.

Глава 1.

Методика проектирования ленточного конвейера

1.1. Проектирование машин непрерывного транспорта

Проектирование машин непрерывного транспорта (МНТ) основывается на практике ранее выполнявшихся графических и расчетных работ по инженерной графике, начертательной геометрии, теории механизмов и машин, деталям машин, грузоподъемным машинам и призвано выработать навыки проектирования машины в целом и тем самым закончить общеинженерную подготовку будущего специалиста.

Проект должен выполняться в соответствии с требованиями и указаниями ЕСКД. Согласно стандартам ЕСКД существуют следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты. Определены также различные виды конструкторских документов графического и текстового типа: чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, спецификация, пояснительная записка, технические условия и др., а также стадии их разработки — техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, разработка рабочей документации и этапы их выполнения.

Проект содержит в себе элементы эскизного и технического проектирования, а также разработки рабочей документации. С методикой эскизного проектирования студент знакомится при выполнении предварительных проектировочных расчетов и составлении кинематических схем механизма. Методика выполнения технического проекта осваивается при разработке чертежей сложных сборочных единиц, выполнении проверочных расчетов, техническом описании машины.

Навыки разработки документации развиваются и углубляются при выполнении чертежей заданных сборочных единиц и деталей, составлении спецификации, проведении уточненных расчетов, составлении списка использованной литературы и окончательном оформлении расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

Стадии основных работ и форма отчетности по проекту приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Стадии разработки конструкторских документов

Стадии разработки, ГОСТ 2.103–68	Перечень основных работ	Форма отчетности
1	2	3
Техническое предложение, ГОСТ 2.118–73	Ознакомление с техническим заданием (темой проекта, исходными данными, объемом работ и сроками выполнения). Подбор и изучение литературы и нормативно-проектных материалов.	Перечень литературы и нормативно-проектных материалов.
	Выбор прототипа конструкции. Составление кинематических схем механизмов.	Кинематические схемы механизмов
Эскизный проект, ГОСТ 2.119–73	Предварительное определение основных параметров унифицированных изделий (двигателей, редукторов, муфт, тормозов, и др.), входящих в состав механизмов, и их выбор. Предварительное определение основных параметров сборочных единиц, не являющихся унифицированными, входящих в состав механизмов.	Предварительные расчеты
	Компонование нескольких вариантов механизмов с привязкой их к опорной металлоконструкции. Выбор рационального варианта.	Варианты компонования и их обоснование
Технический проект	Проверочные расчеты механизмов. Уточнение скорости движения тягового органа, коэффициентов полезного действия. Конструирование и расчет на прочность какой-либо сборочной единицы, не являющейся унифицированной. Разработка чертежа общего вида машины и составление ее технической характеристики. Расчет и выбор приборов безопасности.	Проверенные руководителем расчеты. Подписанный руководителем чертеж общего вида машины. Схема расположения приборов безопасности

Окончание табл. 1.1

1	2	3
Рабочая конструкторская документация	Составление спецификаций на сборочные чертежи тележки, механизмов и более мелких сборочных единиц. Вычерчивание сборочных чертежей и чертежей деталей. Оформление расчетно-пояснительной записки, включающей введение, назначение и область применения, техническую характеристику, описание и обоснование выбранной конструкции, расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции, ожидаемые технико-экономические показатели.	Подписанные руководителем спецификации, сборочные чертежи, чертежи деталей и РПЗ.

Проект по дисциплине «Машины непрерывного транспорта» должен содержать три листа чертежей формата А1, спецификации и расчетно-пояснительную записку общим объемом 25–35 страниц формата А4.

Распределение объема графической части проекта чаще всего бывает следующим: сборочный чертеж проектируемой машины — 1 лист, сборочная единица сложного типа (например, какой-либо механизм) — 1 лист, чертеж металлоконструкции — 1 лист.

Поскольку современное производство подъемно-транспортных машин основывается на создании блочных конструкций, состоящих из самостоятельных сборочных единиц (блоков), соединенных между собой легкоразъемными элементами, в РПЗ должны приводиться расчеты по выбору этих комплектующих изделий, кроме того, РПЗ должна содержать необходимые расчеты проектируемых деталей, а также проверочные и уточненные расчеты.

Дисциплина «Машины непрерывного транспорта» является одним из специальных курсов, в которых студент впервые встречается с полным комплексом вопросов, связанных с проектированием. Если при конструкторских работах главное внимание обычно обращается на взаимодействие отдельных деталей в сборочных единицах машин, то при проектировании — на связь этих сборочных единиц между собой и приспособление конструкции машины к особенностям промышленных зданий и сооружений.

Относительно большая длина конвейеров по сравнению с размерами поперечного сечения, а также многообразие их геометрических

схем приводят к некоторым особенностям в оформлении чертежей общих видов конвейеров и комплектации оборудования.

В настоящее время, как правило, заводы изготавливают только отдельные унифицированные сборочные единицы механического оборудования. Компонировка машин и изготовление металлоконструкций конвейеров выполняется по специальным проектам.

При выполнении проекта необходимо решить следующие главные задачи:

- рассчитать и подобрать по каталогу основные элементы конвейера;
- предусмотреть все размеры, необходимые для монтажа стандартных унифицированных сборочных единиц;
- проработать задание на конструирование специальных металлоконструкций рам конвейера;
- сконструировать металлоконструкции средней части;
- выдать задание строителям на закладные части, к которым конвейер будет крепиться к зданиям и сооружениям;
- предусмотреть элементы, компенсирующие стандартные допуски при сопряжении отдельных сборочных единиц конвейера между собой, а также металлоконструкций рам со строительными конструкциями зданий и сооружений;
- предусмотреть необходимые проходы между конвейером и другим оборудованием, а также ограждения, гарантирующие безопасную эксплуатацию.

Студент, кроме того, должен показать свою способность правильно использовать конструкторский опыт, полученный на предыдущих проектах, таких как детали машин, строительная механика и грузоподъемные машины.

При выполнении графической части проекта необходимо проявлять наибольшую самостоятельность. Конструктивные особенности машин, расположение и количество проекций, а также их масштаб выбираются в соответствии с теми задачами, которые поставлены при выполнении данного чертежа. Необходимо развивать способность четко формулировать решаемые задачи и умение доказывать, какой из разрезов, видов и размеров на чертеже отвечает на поставленный вопрос. Так как одну и ту же задачу конструктивно можно решить правильно в нескольких различных вариантах, то на консультациях с преподавателем достаточно согласовать принципиальное направление решения.

Основные положения настоящих методических указаний можно использовать при проектировании других конвейеров с тяговым органом, внося коррективы, учитывающие особенности конструкций.

1.2. Объем и содержание чертежей

Сборочный чертеж в соответствии с ГОСТ 2.109–73 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам (с Изменениями N 1–11)» должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;
- номера позиций составных частей, из которых состоит данная сборочная единица;
- указания о характере сопряжений деталей, выполняемых по данному чертежу;
- габаритные, установочные, присоединительные и необходимые справочные размеры, а также определяемые требованиями техники безопасности;
- основные характеристики изделия (при необходимости), если они не указаны в другом документе, например на габаритном чертеже, в технических условиях и др.

Таким образом, основное производственное назначение сборочного чертежа — указание о сборке (монтаже) изделия из отдельных входящих в него элементов: сборочных единиц, деталей и стандартных изделий, перечисленных в спецификации. Именно исходя из этого назначения чертежа определяют необходимое количество проекций, видов, разрезов и сечений, а также масштабы их изображений.

Сборочный чертеж показывает конфигурацию, габариты, присоединительные элементы, взаимное расположение и способ соединения сборочных единиц, деталей и стандартных изделий, перечисленных в спецификации. Кроме того, сборочный чертеж решает еще одну

важную задачу — он является отправной точкой для дальнейшего проектирования сборочных единиц и деталей, входящих в состав изделия, изображенного на данном чертеже. Наконец, сборочный чертеж дает информацию о присоединительных элементах, т. е. о тех, посредством которых данное изделие присоединяется к другим или взаимодействует с ними.

Итак, содержание и объем сборочного чертежа в решающей степени зависят от спецификации, так как чертеж в первую очередь должен показать взаимное расположение и способ соединения тех элементов, которые перечислены в спецификации.

Кроме того, сборочный чертеж является основой для разработки чертежей более мелких сборочных единиц и деталей. Поэтому на сборочном чертеже в качестве справочных должны присутствовать необходимые для этого размеры и другая информация.

Под построением чертежа понимается определение необходимого количества проекций, видов, разрезов, сечений, их рациональное размещение на листе, выбор масштабов изображения, установление необходимости помещения на чертеже текстовой информации и т. п.

Количество проекций изображения изделий и их масштабы должны обеспечить:

- возможность показа конфигурации изделия и взаимного положения его составных частей;
- расстановку габаритов и установочных (при возможности и присоединительных) размеров;
- расстановку позиций на составные части изделия, желательно расположенные в проекции главного вида этой сборочной единицы или детали.

Содержание чертежей в конечном итоге диктуется теми задачами, которые поставил себе конструктор, учитывая технологические возможности предприятий-изготовителей. Количество видов и разрезов на чертеже, а также их масштабы определяются необходимостью выставить все размеры, дающие возможность решить поставленные задачи. Ввиду того, что конкретный размер способствует решению определенной задачи, все размеры по их назначению можно объединить в несколько групп.

1. Размеры, определяемые требованиями техники безопасности.

2. Габаритные транспортные размеры, дающие возможность выбрать тип транспорта и определить размеры проемов в зданиях и сооружениях.

3. Габаритные размеры движения, определяющие минимальные допустимые зазоры между перемещающимися элементами конструкций. Если зазоры не лимитируются требованиями техники безопасности и изменение зазора в пределах допусков на точность изготовления не приведет к заклиниванию, то такие размеры на чертежах не проставляются.

4. Присоединительные (монтажные) размеры, характеризующие способ соединения данной сборочной единицы со сборочными единицами предыдущей степени входимости по чертежам.

5. Сборочные размеры, определяющие способ и точность соединения сборочных единиц или деталей, указанных в спецификации данного чертежа. Содержание спецификации определяется технологией изготовления сборочных единиц, а также способом монтажа конвейера. Если в спецификации указаны две и более сборочные единицы, которые между собой соединяются, то на чертеже должны быть все размеры с допусками и посадками, характеризующими их взаимодействие.

Для выполнения *чертежа общего вида* конвейера необходимо:

- 1) предусмотреть все размеры, необходимые для монтажа отдельных сборочных единиц машины, таких как барабан, роlikоопоры, редукторы, двигатели и секции металлоконструкций конвейера;
- 2) предложить принципиальное решение всех металлоконструкций конвейера;
- 3) предусмотреть элементы, компенсирующие несоответствие нормальных величин допусков при изготовлении и монтаже отдельных узлов конвейеров и строительных конструкций;
- 4) выдать задание проектантам строительного отдела на закладные части, к которым конвейер прикрепляется к зданию или сооружению;
- 5) выдать задание проектантам строительного отдела на проемы и отверстия в перекрытиях, связанные с работой конвейера;
- 6) разработать технические условия на монтаж;
- 7) дать полную спецификацию конвейера, где должны быть указаны механические узлы и детали, металлоконструкции и крепежные элементы (спецификация размещается на отдельных листах формата А4).

На *чертеже сборочной единицы* необходимо:

- 1) проставить габаритные размеры;

- 2) проставить размеры, характеризующие способ крепления сборочной единицы к металлоконструкциям конвейера (присоединительные размеры);
- 3) проставить все посадочные размеры в местах сопряжения деталей, подвергающихся сборке в соответствии с данным чертежом;
- 4) проработать задание для проектирования деталей;
- 5) разработать технические условия на сборку;
- 6) дать полную спецификацию деталей.

На **чертежах металлоконструкций** необходимо:

- 1) проставить габаритные и присоединительные размеры;
- 2) проставить размеры, характеризующие сборку элементов металлоконструкций;
- 3) обозначить сварку и проставить все необходимые размеры в соответствии с ГОСТ 2.312.—72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений»;
- 4) разработать технические условия на обработку посадочных размеров, сборку элементов и сварку;
- 5) дать полную спецификацию.

Во всех чертежах количество необходимых видов и разрезов, а также масштабы их выбираются студентами самостоятельно. Количество размеров в сечении должно быть минимальным, определяемым основной задачей, которая решается на этом виде. Наличие размеров, не отвечающих основной задаче, относится к ошибкам.

В соответствии с ГОСТ 2.106—96 «Единая система конструкторской документации — текстовые документы» спецификация является основным конструкторским документом для любой сборочной единицы, определяющим состав изделия. К каждому сборочному чертежу разрабатывается спецификация. Сборочный чертеж (его обозначение) полностью вносится в спецификацию на данное изделие и, следовательно, по отношению к спецификации является документом подчиненным.

При работе над конструкцией в первую очередь необходимо решить, из каких самостоятельных сборочных единиц, деталей, стандартных изделий и материалов будет состоять разрабатываемое изделие (сборочная единица). Совершенно очевидно, что до завершения разработки чертежа изделия полная спецификация составлена быть не может. В связи с этим на первом этапе разработки конструкции на основании изучения аналогов, литературы должен быть составлен пример-

ный перечень самостоятельных более мелких сборочных единиц и деталей, из которых будет состоять изделие.

При разделении разрабатываемой сборочной единицы на более мелкие самостоятельные узлы, детали, стандартные изделия желательно руководствоваться принятой технологией сборки подобных изделий.

Под самостоятельной сборочной единицей обычно понимается такое изделие, которое может быть собрано независимо от других изделий, а затем — в готовом виде — поступит на сборку более крупной сборочной единицы. Применительно к ленточным конвейерам такими изделиями обычно являются приводной и натяжной барабаны, натяжные устройства, рамы, несущие металлоконструкции или их отдельные крупные части, состоящие, в свою очередь, из ряда сборочных единиц в зависимости от типа конвейера, а также стандартные изделия: двигатели, редукторы, тормоза, концевые выключатели и др.

Итак, спецификация отражает (или определяет) технологию сборки изделия. Наиболее целесообразно собирать каждую сборочную единицу из минимального числа элементов, т. е. производить сборку из крупных блоков. В связи с этим при составлении спецификации необходимо стремиться к целесообразному минимуму позиций, содержащихся в ней.

1.3. Содержание расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- 1) введение;
- 2) предварительный расчет основных параметров конвейера;
- 3) проверочный расчет тягового усилия методом обхода контура конвейера по точкам;
- 4) проектный расчет металлоконструкций конвейера;
- 5) уточненный проверочный расчет прочности деталей;
- 6) расчет себестоимости транспортирования одной тонны груза.

Введение содержит обоснование принятой конструкции, краткое описание условий работы и техническую характеристику конвейера.

Основное назначение **предварительного расчета** — это получение исходных данных для выбора стандартных сборочных единиц по ката-

логам и справочникам. Предварительный расчет выполняется по формулам, приведенным в разделах 4.3—4.5.

Необходимо определить:

- 1) мощность двигателя, тип и его частоту вращения;
- 2) тип приводной станции, количество приводных барабанов и их размеры;
- 3) основные параметры тягового органа;
- 4) тип и техническую характеристику редуктора, муфт, тормоза;
- 5) тип и конструкцию поддерживающих опор тягового органа;
- 6) суммарную погонную массу движущихся частей тягового органа.

Проверочный расчет тягового усилия осуществляется методом обхода контура конвейера по точкам.

На основании данных предварительного расчета:

- 1) составляется уточненная расчетная геометрическая схема конвейера;
- 2) корректируется величина масс движущихся частей конвейера;
- 3) уточняются усилия в тяговом органе (раздел 4.6).

Проектный расчет металлоконструкций конвейера. Геометрические параметры основных несущих элементов металлоконструкций принимаются на основании предварительной проработки взаимного расположения сборочных единиц, которые опираются на данную металлоконструкцию. Методика приближенного проектного расчета металлоконструкции приведена в разделе 2.9.

Уточненный проверочный расчет на прочность выполняется только для деталей, входящих в сборочные единицы. Для деталей, работающих при переменных напряжениях, необходимо рассчитать долговечность их работы [5, 6, 7]. По согласованию с преподавателем допускается проводить расчеты не всех, а только разнотипных деталей.

Расчет себестоимости транспортирования одной тонны груза. Для того чтобы оценить экономическую целесообразность того или иного варианта технического решения, желательно рассмотреть несколько различных вариантов, например, ленточные конвейеры с тканевой и тросовой лентой. В конце работы должно быть выполнено сравнение по экономическим показателям различных конструктивных решений поставленной задачи. Методика расчетов стоимости транспортирования груза достаточно подробно изложена в технической литературе [1, 4, 5].

1.4. Последовательность работы над проектом

Чтобы выполненный проект соответствовал современным требованиям, предъявляемым промышленностью, и на его выполнение затрачивалось минимальное время, необходимо соблюдать следующую последовательность работы над проектом.

1. На основании задания на проектирование по атласам и заводским чертежам подобрать 2–3 возможных варианта решения поставленной задачи с учетом технологичности конструкций.

2. Проанализировать имеющуюся документацию и установить примерную последовательность сборки конвейера. На монтажную площадку поступают секции металлоконструкций, изготовленные по индивидуальным проектам, и сборочные единицы стандартного оборудования (роlikоопоры, барабаны, редукторы, двигатели, муфты, очистные и тормозные устройства).

3. Составить предварительную расчетную схему конвейера в соответствии с заданием.

4. Обосновать принятую величину скорости тягового органа и наибольший допустимый угол наклона конвейера. Эти два параметра определяют экономичность конвейера при его эксплуатации.

Приняв упрощенную методику определения сопротивлений на криволинейных участках, выполняется проектный расчет:

- 1) определяется необходимое количество приводных барабанов;
- 2) выбирается тип ленты по минимальной стоимости тягового органа;
- 3) подбирается стандартное оборудование по справочной литературе;
- 4) рассчитываются радиусы кривизны криволинейных участков трассы и составляется уточненная расчетная схема конвейера;
- 5) выполняется уточненный расчет тягового усилия методом обхода контура конвейера по точкам;
- 6) чертеж общего вида конвейера начинается с нанесения базисных разбивочных осей;
- 7) определяются расчетные схемы металлоконструкций;
- 8) уточняется спецификация.

Общий вид конвейера размещается на 1,5–2 листах в масштабе от 1:20 до 1:200. Как правило, конвейер изображается только в одной проекции, на которой должно быть дано размещение стандартных сборочных единиц, а также металлоконструкций. Все привязки выполняются к базисным разбивочным осям с точностью до 1 мм.

Главные разбивочные оси конвейера выбираются с таким расчетом, чтобы при возможной замене стандартного оборудования переделка строительных конструкций зданий и сооружений была полностью исключена, а реконструкция металлоконструкций конвейера сводилась к минимуму. Наиболее полно этому требованию отвечает координация в пространстве двух главных точек конвейера: пересечение вертикальных осей симметрии концевых барабанов и геометрической оси верхней ветви тягового органа.

Необходимо избегать широко распространенной ошибки, когда координируются оси вращения барабанов или точки пересечения вертикальных осей барабанов с внешним диаметром. Такая привязка, при изменении диаметров барабанов, приводит к пересмотру почти всех геодезических отметок внутри здания и сооружения, что значительно увеличивает объем работ по корректировке проекта. Особое внимание необходимо обратить на привязку криволинейных участков трассы, где необходимо координировать их начало и конец с обязательным указанием радиуса, на котором производится измерение. Один из возможных вариантов расстановки размеров геометрической схемы конвейера и ее привязка к зданиям и сооружениям даны на рис. 1.1.

Все несущие элементы металлоконструкций изображаются двумя габаритными линиями так, чтобы отчетливо была видна их принципиальная геометрическая схема и места стыковки между секциями. Для облегчения дальнейшего проектирования рам металлоконструкций, кроме того, необходимо выполнить привязку стандартных узлов к началу или концу криволинейных участков трассы конвейеров.

Повторяющиеся размеры необходимо выставлять в соответствии с ГОСТ 2.307–68. Примеры привязки повторяющихся стандартных сборочных единиц даны на рис. 1.2 и 1.3.

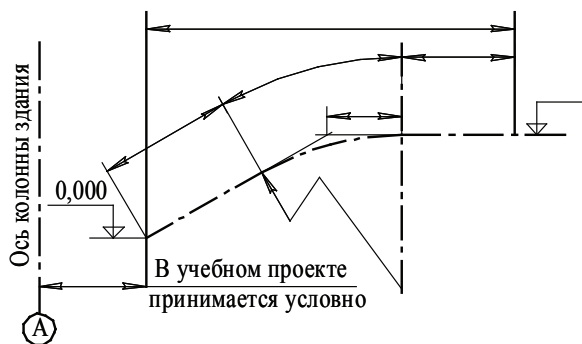


Рис. 1.1. Разбивка базисных осей конвейера

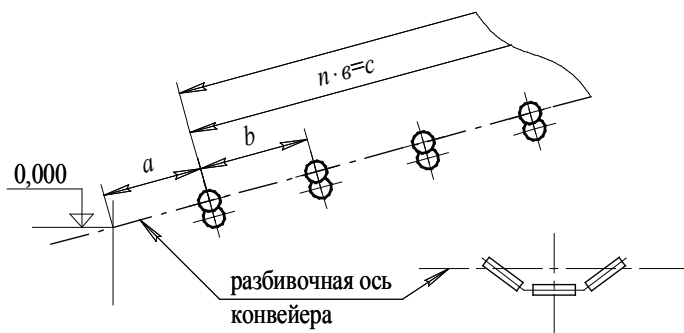


Рис. 1.2. Привязка стандартных сборочных единиц к базисным осям на прямолинейном участке

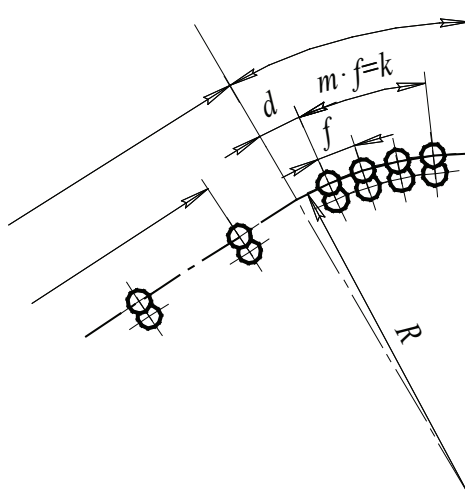


Рис. 1.3. Привязка стандартных сборочных единиц к базисным осям на криволинейных участках

Глава 2.

Общие сведения о ленточных конвейерах и транспортируемых грузах

2.1. Устройство и принцип действия ленточного конвейера

Несущим и тяговым элементом ленточного конвейера общего назначения (см. рис. 2.1) является бесконечная гибкая лента 9, опирающаяся верхней (рабочей) и нижней (холостой) ветвями на роликовые опоры 6, 17 и огибающая на концах конвейера приводной 10 и натяжной 2 барабаны [10]. У коротких конвейеров, часто используемых для перемещения штучных грузов, рабочая ветвь ленты может скользить по деревянному или металлическому настилу. Движение передается ленте фрикционным способом от приводного барабана. Необходимое первоначальное натяжение на сбегавшей ветви ленты создается натяжным барабаном при помощи натяжного устройства 1 грузового или винтового типа. Сypучий груз подается на ленту через загрузочную воронку 3, устанавливаемую обычно в начале конвейера у концевого барабана 2. Разгрузка ленты может быть концевой или промежуточной, для чего используют передвижную разгрузочную тележку 7 или стационарные плужковые сбрасыватели.

Для очистки рабочей стороны ленты от оставшихся частиц устанавливают вращающиеся щетки 11 (капроновые, резиновые) или неподвижный скребок. Для многих видов грузов установка очистного устройства совершенно необходима, так как прилипшие частицы могут привести к неравномерному вращению нижних роликоопор, вызывающему высокие динамические нагрузки и ускоренный износ ленты.

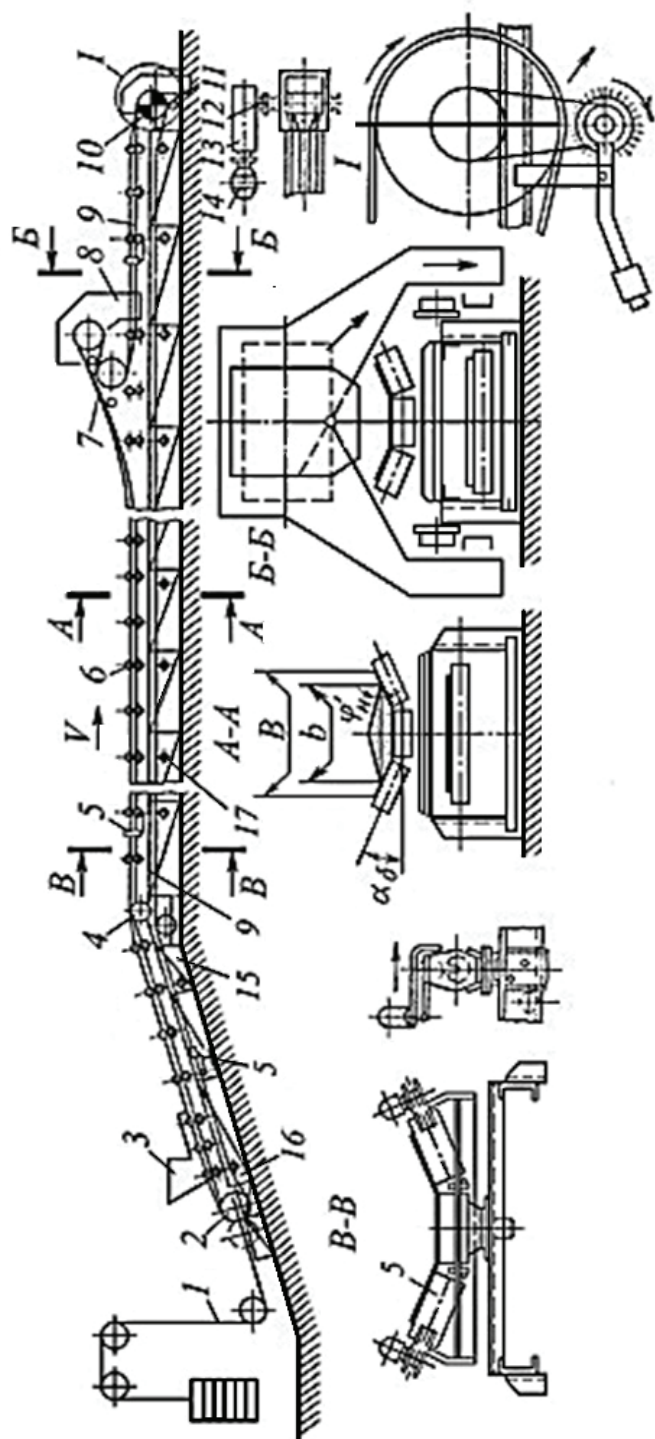


Рис. 2.1. Наклонно-горизонтальный ленточный конвейер

Очистка ленты после приводного барабана необходима еще и потому, что прилипшие частицы, осыпаясь от встряхивания на каждой опоре нижней ветви, могут образовывать завалы из мелких частиц, усложняющие эксплуатацию конвейера.

Для центрирования хода обеих ветвей ленты и исключения ее чрезмерного поперечного смещения применяют различные центрирующие роликовые опоры 5. На криволинейных участках ветвей трассы устанавливают роликовые батареи, создающие плавный перегиб ленты, или отклоняющие барабаны 4.

Привод ленточного конвейера состоит из приводного барабана 10, электродвигателя 14, редуктора 13 и соединительных муфт 12. Основными характеристиками приводного механизма являются мощность двигателя, передаточное число редуктора и развиваемый наибольший крутящий момент, а приводного барабана — наибольший допустимый крутящий момент и его фрикционная способность, определяемая коэффициентом сцепления барабана с лентой. Фрикционная способность приводного барабана также зависит от угла обхвата барабана лентой. Для увеличения коэффициента сцепления ленты с барабаном последний футеруется, т. е. покрывается резиной или другим материалом. Привод может быть с одним барабаном (однобарабанный) или с несколькими (двух- и трехбарабанный). Увеличение числа приводных барабанов повышает тяговую способность привода.

В приводах применяются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором и фазным ротором. Двигатели с короткозамкнутым ротором имеют нерегулируемую (жесткую) характеристику, а двигатели с фазным ротором — регулируемую, т. е. во время пуска у них изменяется вращающий (крутящий) момент и время разгона.

При необходимости быстрой остановки конвейера или предотвращения обратного хода ленты с грузом у привода наклонного конвейера предусматривается тормоз или храповый останов.

Все элементы конвейера монтируют на металлоконструкции 15, прикрепляемой к фундаменту или к опорным частям здания. Металлоконструкцию с приводом называют приводной станцией. Натяжное устройство и загрузочная воронка составляют натяжную станцию. Между обеими станциями расположена средняя часть конвейера, которая выполнена из унифицированных линейных секций. Линейные секции, переходные участки, приводная и натяжная станции соединены болтами.

Как правило, для сыпучих грузов применяют многороликовые опоры, формирующие желобчатую форму ленты. Такая форма ленты при одинаковых ширине и скорости позволяет получить более чем двукратное увеличение производительности по сравнению с плоской лентой при исключении просыпи груза.

В качестве несущего (транспортирующего) и тягового органа применяются резинотканевые или резинотросовые ленты с гладкой поверхностью, причем резинотканевые — главным образом для транспортирования грузов на небольшие расстояния, а резинотросовые — в магистральных конвейерах. Резинотканевые ленты состоят из 3–8 прокладок, между которыми находится резина. Для защиты прокладок и тросов ленты имеют наружные резиновые обкладки.

Тяговая способность лент определяется в зависимости от прочности ткани прокладок и их числа для резинотканевых лент и прочности тросов для резинотросовых лент. В зависимости от температуры груза и окружающей среды различаются ленты общего назначения, тепло- и морозостойкие.

Лента устанавливается на роlikоопоры b верхней ветви и 17 нижней ветви. Роlikоопоры верхней ветви желобчатые, состоящие из трех роlikов с углом наклона боковых роlikов $\alpha'_p = 20\text{--}30^\circ$, нижней ветви — прямые. Угол α'_p определяет желобчатость ленты.

Нижняя ветвь может поддерживаться также двухроlikовыми роlikоопорами, состоящими из двух роlikов с углами наклона $\alpha'_p = 10^\circ$, что способствует лучшему ее центрированию.

Верхние и нижние роlikоопоры разделяются на рядовые и специальные. Специальные роlikоопоры:

- **амортизирующие**, устанавливаемые на верхней ветви ленты в местах загрузки конвейера и применяемые для уменьшения воздействия на ленту ударов груза; роlikи таких роlikоопор имеют либо футеровку (покрытие) из резины, либо набор резиновых колец;
- **футерованные роlikоопоры** верхней и нижней ветвей, имеющие роlikи, футерованные резиной; установка подобных роlikоопор по всей длине конвейера улучшает его работу, особенно при транспортировании абразивных и влажных грузов, исключая при этом налипание груза на роlikи;
- **центрирующие и регулируемые**, устанавливаемые на верхней и нижней ветвях ленты; они предназначены для автоматическо-

го (центрирующие) или ручного (регулируемые) удержания ленты от схода в сторону вследствие поворота роlikоопоры вокруг вертикальной оси. Для ограничения бокового схода ленты против ее бортов (кромek) верхней и нижней ветвей устанавливаются дефлекторные ролики;

- **дисковые (очистные)**, устанавливаемые на нижней ветви ленты после разгрузки и очищающие рабочую поверхность нижней ветви ленты от прилипшего к ней груза; очистка нижней ветви ленты является одной из проблем конвейерного транспорта.

Для обеспечения необходимого натяжения ленты на конвейерах устанавливают натяжное устройство, которое может быть винтовым, грузовым / или лебедочным. Грузовые натяжные устройства разделяют на тележечные и вертикальные. Лебедочные устройства — только тележечные. Винтовые и тележечные натяжные устройства располагаются в хвостовой части конвейера, вертикальные — чаще всего в средней части. Грузовые тележечные и вертикальные натяжные устройства состоят из натяжного барабана с ходовым устройством (натяжной тележки или натяжной рамы) и грузового устройства, состоящего из грузов, тросов и блоков. Груз тросами соединен с натяжной тележкой или натяжной рамой. Для конвейеров большой длины целесообразно применение лебедки для периодического подтягивания груза при значительном остаточном удлинении. Такое грузовое устройство называется грузолебедочным. Грузовые устройства могут быть без полиспаста или с полиспастом, который увеличивает натяжение ленты от груза пропорционально кратности полиспаста. Грузолебедочные устройства изготавливают только с полиспастом. Винтовые натяжные устройства и натяжные тележки грузовых тележечных натяжных устройств устанавливаются на опорные рамы. Рамы вертикальных натяжных устройств перемещаются по направляющим.

Помимо указанных выше элементов, конвейеры оборудуются также размещенными на наклонных участках трассы ловителями ленты на случай ее обрыва, приспособлениями безопасности и автоматическими устройствами управления.

2.2. Характеристика и свойства сыпучих грузов

Транспортируемые ленточными конвейерами сыпучие грузы (руда, уголь, нерудные материалы и др.) характеризуются крупностью кусков, насыпной плотностью, подвижностью частиц, углом естественного откоса в покое и движении, липкостью, абразивностью, химической агрессивностью, влажностью и температурой.

Крупность сыпучего груза определяется его гранулометрическим составом или кусковатостью, т. е. размерами наибольших и наименьших кусков. Степень однородности кусков груза характеризуется коэффициентом

$$K_0 = \frac{a_{\max}}{a_{\min}},$$

где a_{\max} , a_{\min} — размеры наибольшего и наименьшего кусков груза, мм.

По однородности кусков сыпучие грузы делятся на сортированные ($K_0 \leq 2,5$) и рядовые ($K_0 > 2,5$). Сортированный груз характеризуется средним размером куска

$$a_{\text{ср}} = \frac{(a_{\max} + a_{\min})}{2}.$$

В зависимости от размера кусков a_{\max} сыпучие грузы подразделяются на следующие группы (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Группы сыпучих грузов по крупности кусков

Наименование групп	Размер наибольших частиц кусков, мм
Особо крупнокусковая	Более 500
Крупнокусковая	500
Среднекусковая	350
Мелкокусковая	80
Зернистая	6
Порошкообразная	0,5
Пылевидная	0,05 и менее

Насыпной плотностью γ , т/м³, называется масса единицы объема свободно насыпанного груза. По насыпной плотности грузы делятся на следующие группы (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Группы сыпучих грузов по плотности

Наименование групп	Плотность, т/м ³		Характерные примеры грузов
	свыше	до	
Легкие	—	0,6	Торф, кокс, мука
Средние	0,6	1,6	Каменный уголь, шпак
Тяжелые	1,6	2,0	Порода, гравий, щебень
Особо тяжелые	2,0	4,0	Руда, камень

Под абразивностью понимается способность транспортируемого груза изнашивать контактирующие с ним поверхности оборудования в процессе их работы. По степени абразивности грузы делятся на четыре группы: А — неабразивные, В — малоабразивные, С — средней абразивности, Д — высокой абразивности. Высокой абразивностью обладают кокс, коксик, агломерат и возврат агломерата, несколько меньшей — кварцевый песок, руды черных и цветных металлов и их концентраты. Наличие крупных включений извести в агломерате обуславливает его химическую агрессивность. На конвейерах, транспортирующих эти грузы, заметно ускоренное изнашивание роликоопор и металлоконструкций.

Влажность груза до 4–6 % способствует уменьшению пылеобразования при транспортировании и перегрузках. При большом количестве влаги сыпучесть груза уменьшается, при этом воронки перегрузочных устройств забиваются и в бункерах образуются своды.

Крепость (крепкость) груза характеризуется коэффициентом крепости:

$$k_{кр} = \sigma_{сж}/10,$$

где $\sigma_{сж}$ — предел прочности образца груза при сжатии, МПа.

Слеживаемость — способность насыпного груза (глина, соль, цемент) терять подвижность при длительном хранении.

Липкость — способность насыпного груза (глина, мел) прилипать к твердым телам (особенно во влажном состоянии).

Характеристика наиболее распространенных сыпучих грузов приведена в прил. 1. В этой таблице углы φ и β_{\max} для различных грузов зависят от подвижности частиц груза, которая разделяется на легкую, среднюю и малую (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Группы сыпучих грузов по подвижности их частиц

Наименование групп	Примеры характерных насыпных грузов	Пределы угла естественного откоса груза в покое ϕ , град	Расчетный угол ϕ_1 свободного расположения груза в поперечном сечении ленты, град
Легкая	Апатит, песок сухой, цемент, кокс сухой, пылеуголь, пыле-глина, окатыши, окалина	30–39	10
Средняя	Песок влажный, формовочная земля (свежая и выбитая), уголь каменный рядовой, уголь бурый, камень, щебень, известняк, торф, шлак, железняки: магнитный, красный, бурый, железный концентрат	40–49	15
Малая	Глина сырая, известь гашеная, аммоний хлористый, селитра аммиачная	50–56	20

Штучные грузы классифицируют на непосредственно штучные (единичные изделия, детали, узлы машин) и тарные (ящики, бочки, мешки, контейнеры). Штучные грузы характеризуются габаритными размерами, формой, массой одного изделия, хрупкостью, температурой и др.

2.3. Конвейерные ленты

Конвейерная лента является основным, наиболее дорогим и, вместе с тем, наименее долговечным элементом ленточного конвейера. Ее стоимость составляет около половины общей стоимости конвейерной установки. Амортизационные отчисления на ленту являются одним из основных факторов, определяющих область применения и экономическую эффективность конвейерного транспорта.

Конвейерная лента является одновременно грузонесущим и тяговым органом ленточного конвейера.

Основные требования, предъявляемым к конвейерным лентам:

- высокая прочность в направлении действия тягового усилия;
- высокая продольная жесткость при растяжении для обеспечения малого упругого удлинения при рабочих нагрузках и, следовательно, небольшого хода натяжного устройства;
- эластичность ленты в продольном и поперечном направлении;
- малое остаточное удлинение в процессе эксплуатации;
- высокая усталостная прочность;
- сопротивляемость ударным нагрузкам в зоне загрузки конвейера и при прохождении роликоопор;
- устойчивость обкладок ленты против абразивного износа;
- малые гистерезисные потери при деформировании ленты на трассе конвейера;
- сохранение геометрических и прочностных свойств в процессе длительной эксплуатации.

В некоторых случаях к ленте предъявляются особые требования, например, морозостойкость, теплостойкость, огнестойкость, стойкость к агрессивным средам и др.

Важнейшими расчетными параметрами ленты являются ширина, прочность при разрыве, относительное удлинение и толщина обкладок. Ширина ленты определяется кусковатостью материала, который может транспортироваться данной лентой, а совместно с принятой скоростью — производительностью конвейера. Прочность на разрыв (максимальное усилие, которое можно длительно допустить в данной ленте) определяет максимальную возможную длину конвейера, установленную мощность, конструкцию привода, а с учетом относительного удлинения ленты — конструкцию натяжного устройства. Прочность ленты на разрыв определяется типом основы и числом прокладок или тросов в ней. Совершенствование конвейерных лент идет в направлении повышения их номинальной прочности при разрыве, износостойкости, огнестойкости и уменьшения относительного удлинения.

Конвейерная лента состоит из тягового каркаса, воспринимающего основную нагрузку, а также наружных резиновых обкладок и бортов, которые защищают каркас от механических повреждений, влаги, тепла, химических воздействий и других видов разрушения.

Наибольшее распространение имеют конвейерные ленты, тяговый каркас которых состоит из пакета тканевых прокладок (резино-

тканевые ленты) или образован стальными тросами, расположенными в один ряд и окруженными слоем эластичной резины (резинотросовые ленты).

2.3.1. Резинотканевые конвейерные ленты

Конструкция многопрокладочной резинотканевой ленты представлена на рис. 2.2.

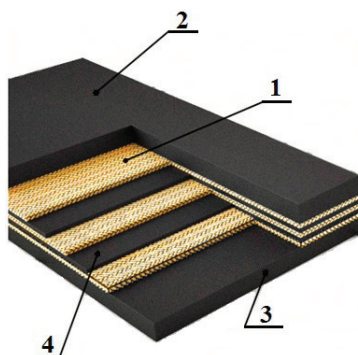


Рис. 2.2. Многопрокладочная резинотканевая лента:

1 — тканевые прокладки; 2 — резиновая рабочая обкладка; 3 — резиновая нерабочая обкладка; 4 — резиновый промежуточный слой (сквидж)

Тканевые прокладки многослойных лент состоят из нитей основы, расположенных вдоль ленты, и поперечных уточных нитей, переплетающих и огибающих основные несущие нити. Конструктивное и технологическое исполнение основных и уточных нитей определяет тип ткани. Ткань по основе и утку имеет различную прочность и удлинение.

При увеличении натяжения ленты волнистые нити основы сжимают нити утка; возникающее при этом удлинение сказывается на общем удлинении ленты. Поэтому в последнее время все большее применение находят ленты, тканевый каркас которых составляет ряд прокладок из многоосновных тканей.

Тканевые прокладки тягового каркаса современных отечественных и зарубежных резинотканевых конвейерных лент в большинстве случаев изготавливают из тканей на основе синтетических волокон, получаемых в результате переработки нефти, природного газа, каменного угля.

После продавливания через фильеры волокна свиваются в нити нужной толщины (филамент или штапельные).

Синтетические ткани, применяемые для тяговых прокладок сердечника, подразделяются на две основные группы:

- полиамидные (капрон, анид, нейлон, перлон, трелон);
- полиэфирные (лавсан, терилен, тергаль, тетерон, тревира).

При этом для каждой группы в скобках приведены названия одного и того же волокна, принятые в разных странах в зависимости от метода его получения.

Ленты для транспортирования крупнокусковых материалов, воспринимающие сильные удары на загрузочных пунктах, усиливаются разреженной тканью (брекером), заложенной между тканевым каркасом и резиновой обкладкой.

Введение брекера повышает прочность связи между обкладкой и тканевым каркасом и увеличивает сопротивление ленты пробою. Для лент, работающих в особо тяжелых условиях, применяются два слоя брекера: один слой охватывает тканевый каркас, другой — размещен в глубине верхней обкладки (так называемый плавающий брекер). Между плавающим брекером и каркасом помещается слой резины высокой эластичности. Толщина обкладок при этом достигает 6—9 мм и более.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации в соответствии с ГОСТ 20—85 выпускаются следующие типы конвейерных лент:

- 1) тип 1 — **для тяжелых условий эксплуатации** — многопрокладочная с резиновыми обкладками с рабочей и нерабочей сторон ленты и защитной или брекерной прокладкой в следующих модификациях:
 - 1.1, 1.2 — общего назначения для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 1.1 М, 1.2 М — морозостойкие, t от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 1.2 Ш — трудновоспламеняющаяся, t от -25°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 1.2 ШМ — трудновоспламеняющаяся морозостойкая, t от -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- 2) тип 2 — **для средних условий эксплуатации** — многопрокладочная с двухсторонней резиновой обкладкой и резиновыми бортами:
 - 2.1, 2.2 — общего назначения, t от -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 2 М — морозостойкая, t от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 2 Ш — трудновоспламеняющаяся, t от -25°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 2 ШМ — трудновоспламеняющаяся, t от -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
 - 2 Т1, 2 Т2, 2 Т3 — теплостойкие.

Ленты всех типов имеют резинотканевый послойный тяговый каркас, изготавливаемый для лент типа 1 и 2 из тканей с нитями основы и утка из синтетического волокна, обеспечивающих номинальную прочность прокладки по основе соответственно от 200 до 500 Н на 1 мм ширины прокладки. Ленты типа 2 выпускают также с каркасом из комбинированных нитей с прочностью по основе от 55 до 150 Н/мм ширины прокладки.

Каркас лент типа 3 и 4 (одно- и двухпрокладочные) изготавливают из тканей с основой и утком из комбинированных нитей с прочностью от 55 до 100 Н/мм ширины прокладки. Ленты этих двух типов предназначены для транспортирования мелкокусковых ($a \leq 80$ мм) сыпучих грузов. Все типы лент, кроме 3 типа, имеют двустороннюю резиновую обкладку. Основные технические данные отечественных резинотканевых лент приведены в табл. П. 3.1.

В тяжелых эксплуатационных условиях работы лент в шахтах хорошо зарекомендовали себя ленты с однопрокладочным цельнотканым каркасом, пропитанным поливинилхлоридным материалом и резиновыми защитными обкладками с рабочей и нерабочей сторон и резиновыми бортами.

Основные и уточные нити в однослойной цельнотканой конструкции имеют сложное переплетение, образующее повышенную прочность в поперечном направлении. Объемно-переплетающиеся нити основы и утка цельнотканого полотна, изготовленные из полиамидно-вискозных волокон, полиэфирно-полиамидно-вискозных волокон и пропитанные поливинилхлоридной композицией, образуют монолитный тяговый каркас.

Поливинилхлорид (ПВХ) — термопласт, обеспечивающий пожаробезопасные свойства в шахтных трудносгораемых лентах.

Многопрокладочная конвейерная лента *FennerDunlop* с обкладками из ПВХ производится более пятидесяти лет. При разрывной прочности до 3100 Н/мм, ширине до 2000 мм с толщиной обкладок ПВХ до 4 мм ленты имеют высокую сопротивляемость к повреждению и износу бортов. Каркас ленты изготавливается из высокопрочных полиэфирных волокон в сочетании с полиамидными/хлопковыми нитями в зависимости от конструкции и полной пропиткой ПВХ. Благодаря низкому (примерно 1,5 %) упругому удлинению при рабочих нагрузках ленты *FennerDunlop* способны заменить резинотросовые ленты. Аналогично отечественные ленты производятся ЗАО «Курск-резинотехника».

В табл. П. 3.2 приведена методика установления категории условий эксплуатации конвейерных лент на конкретных конвейерах. В табл. П. 3.3 указаны средние сроки службы конвейерных лент.

2.3.2. Резинотросовые ленты

В последнее время расширяется область применения резинотросовых лент, что обусловлено их преимуществами перед резинотканевыми лентами в части высокой разрывной прочности, достигающей 6300 Н/мм ширины, причем эта прочность не является предельной.

Преимуществами резинотросовых лент по сравнению с резинотканевыми являются также:

- незначительное упругое удлинение при рабочей нагрузке (0,1–0,25 %), что позволяет значительно сократить ход натяжного устройства и увеличить длину конвейера;
- меньшая изгибная жесткость ленты в продольном и поперечном направлении, что дает возможность к использованию роlikоопор глубокой желобчатости, а также меньших диаметров барабанов;
- возможность эффективной диагностики состояния тросовой основы без остановки конвейера;
- большой срок службы, достигающий 8 лет.

Недостатками резинотросовых лент являются их большая (в 1,5–2 раза) масса, а также трудоемкость монтажа и стыковки лент на конвейере.

Основу ленты составляет резинометаллический сердечник из одного ряда параллельно расположенных стальных латунированных тросов, завулканизированных в резину. Основные типы отечественных и зарубежных резинотросовых лент можно свести к четырем конструкциям (см. рис. 2.3).

Впервые резинотросовые ленты были изготовлены в США в сороковые годы прошлого столетия фирмой «Гудьир». В последние годы они стали выпускаться в ФРГ фирмами «Клут», «Феникс», «Континенталь», а с 1957 г. во Франции фирмой «Клебер-Коломб», а в СССР Курским заводом РТИ. В 60-е гг. XX в. резинотросовые ленты стали изготавливаться в Англии фирмами «Бэрро» и БТР, в Голландии фирмой «Эур-о-матик», в Японии фирмами «Июкогама», «Бандо», «Мицубиси» и др.

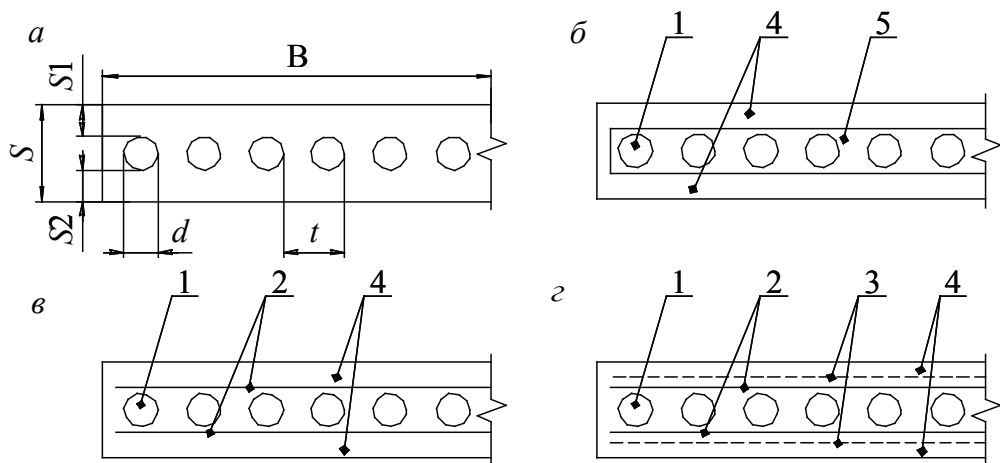


Рис. 2.3. Конструкции резинотросовых лент:

а, б — бестканевые; в, г — с тканевыми прокладками. 1 — стальные тросы; 2 — тканевая прокладка; 3 — брекерная ткань; 4 — обкладочная резина; 5 — внутренний резиновый слой

При конструировании резинотросовых лент возникали проблемы, связанные с установлением рациональной плотности тросов, жесткости наружных и внутренних резиновых слоев, применением тканевых прокладок и т. д. Первые конструкции резинотросовых лент, изготовленные фирмами «Гудьир» и «Континенталь», имели плотное расположение тросов в сердечнике ленты и тканевые хлопчатобумажные прокладки для создания поперечной жесткости. Плотное расположение тросов небольшого диаметра в сердечнике ленты придавало ей определенную жесткость, обеспечивая прямой ход ленты. Тканевые хлопчатобумажные прокладки предохраняли конструкцию от продольных механических разрушений.

Для производства резинотросовых лент большинством фирм используются следующие конструкции тросов: для лент прочностью до 1000 Н/мм — тросы 7х7, для лент высокой прочности — тросы 7х19 и 7х7х7 (см. рис. 2.4)

Все эти тросы изготавливаются из проволоки диаметром 0,18–0,63 мм с пределом прочности 2000–2600 МПа. Практикой эксплуатации установлено преимущество конструкции тросов 7х19 перед конструкцией 7х7х7 в части усталостной долговечности в условиях многоциклового нагружения.

Для лучшего сцепления (адгезии) с резиной тросы латунируются, толщина покрытия составляет 0,3–0,5 мк. Устойчивость лент против

поперечного схода обеспечивается чередованием тросов левой и правой свивки.

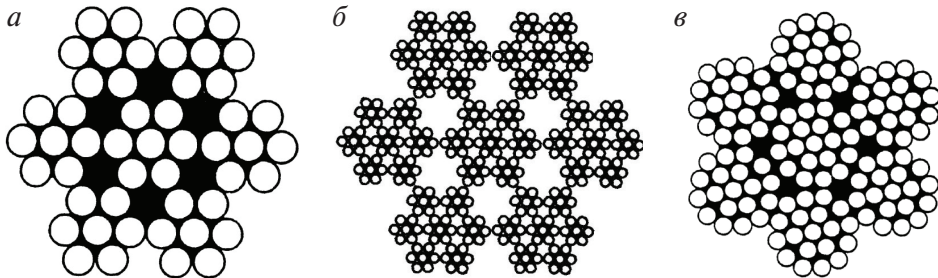


Рис. 2.4. Конструкции армирующих тросов:

a — 7x7; *б* — 7x19; *в* — 7x7x7

Отечественные резинотросовые ленты выпускаются ЗАО «Курскрезинотехника» (Курский завод РТИ) на основе латунированных и оцинкованных тросов прочностью 1000–5000 Н/мм несущей ширины ленты.

В зависимости от условий эксплуатации изготавливают ленты бестканевой конструкции и с одной защитной тканевой прокладкой (для очень тяжелых условий эксплуатации) прочностью: 1000, 1500, 2500, 3150, 4000, 5000 Н/мм несущей ширины и следующих видов: общего назначения (РТЛ), трудновоспламеняющиеся (РТЛ ТВ), трудновоспламеняющиеся морозостойкие (РТЛТВМ), трудносгораемые (трудногорючие) (РТЛ ШТС (ТГ) и морозостойкие (РТЛМ)).

Ленты состоят из стальных латунированных тросов (нераскручивающейся конструкции), запрессованных во внутренний адгезионный слой резины, наружных резиновых обкладок, расположенных с обеих сторон резинометаллического сердечника и резиновых бортов. Ленты типа 1 РТЛ должны содержать одну защитную тканевую прокладку, расположенную по всей несущей ширине резинотросового сердечника под верхней (рабочей) резиновой обкладкой.

Условное обозначение:

- ленты конвейерные резинотросовые бестканевой конструкции (РТЛ), трудновоспламеняющиеся (ТВ) прочностью 1500 Н/мм ширины сердечника 1200 мм, на основе оцинкованного троса

РТЛТВ-1500 X1200-Ц ТУ 38 605166–91;

- ленты конвейерные резинотросовые с одной защитной тканевой прокладкой 1 РТЛ, трудновоспламеняющиеся (ТВ) морозостой-

кие (М) прочностью 2500 Н/мм несущей ширины ленты, шириной 1600 мм, на основе латунированного троса Л

1 РТЛТВМ-2500х1600-Л ТУ 38 605166–91.

Номинальная прочность конвейерной ленты вычисляется путем умножения величины прочности одного миллиметра несущей ширины ленты на величину ширины ленты. Технические параметры лент ЗАО «Курскрезинотехника» представлены в прил. П. 3.4.

Ниже приведена эволюция конструкций РТЛ зарубежных фирм.

Ленты фирмы «Континенталь» выпускались прочностью от 700 до 3700 Н/мм ширины. Ширина лент составляла от 600 до 2800 мм. На основании накопленного опыта фирма перешла на изготовление лент в бестканевом исполнении с применением резин различной жесткости внутреннего резинового слоя и наружных обкладок (рис. 2.5):

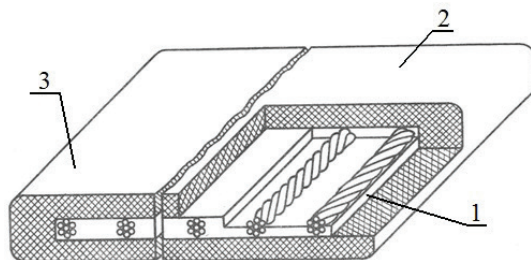


Рис. 2.5. Лента «стальной корд» фирмы «Континенталь» (ФРГ):

1 — резинометаллический сердечник; 2 — наружная резиновая обкладка;
3 — внутренний резиновый слой

Фирмой «Бэрроу» (Великобритания) разработаны ленты бестканевой конструкции прочностью до 6000 Н/мм (рис. 2.6):

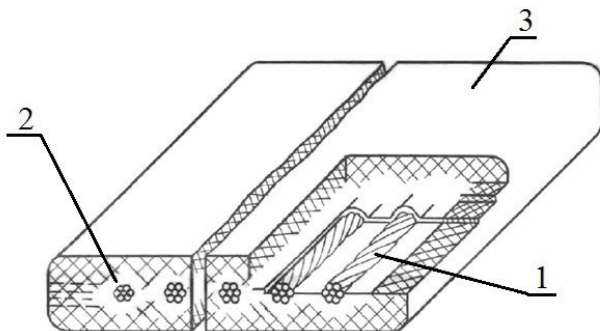


Рис. 2.6. Лента «стальной корд» фирмы «Бэрроу» (Великобритания):

1 — стальной трос; 2 — внутренние резиновые слои; 3 — наружная резиновая обкладка

Сердечник ленты представляет собой ряд параллельно расположенных оцинкованных стальных тросов конструкции 7х19, запрессованных в слой цветной резины на основе неопрена, которые имеют повышенную по отношению к наружным обкладкам жесткость (на 12–16 ед. по Шору). Благодаря жесткости внутреннего резинового слоя достигается более равномерное давление тросов на барабаны конвейерной установки, а сама лента имеет более высокую сопротивляемость разрастанию сквозных продольных порезов. Аналогичную конструкцию имеет лента «стальной корд» фирмы «Эур-о-матик» (Нидерланды).

В Японии производство резинотросовых лент было освоено по технологическому процессу фирм «Континенталь», «Гудьир» и «Гудрич». Ленты «стальной корд» производились японскими фирмами «Иокогама», «Бандо», «Мицубиси», «Бриджстоун», «Хитачи», «Тохку», «Токай». Изготавливались ленты: бестканевые; усиленные брекерной тканью в виде разрешенной сетки, расположенной сверху и снизу сердечника ленты («Иокогама»); усиленные тканевыми прокладками в толще верхней и нижней резиновых обкладок («Мицубиси»), рис. 2.7.

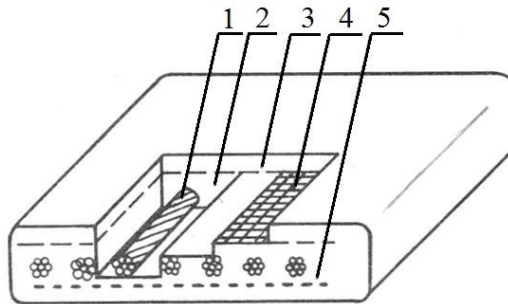


Рис. 2.7. Лента «стальной корд» фирмы «Мицубиси» (Япония):

- 1 — стальной трос; 2 — внутренний резиновый слой; 3 — наружная резиновая обкладка;
4 — брекерная ткань; 5 — тканевая прокладка

Сердечник лент армируется оцинкованными или латунированными тросами. Брекерная сетчатая ткань придает конструкции ленты дополнительную прочность в поперечном направлении и служит главным образом для предохранения наружных обкладок от скалывания при падении груза на ленту. Тканевая прокладка предохраняет ленту от разрастания порезов вдоль тросов.

В табл. 2.4 приведены характеристики резинотросовых лент, поставляемых в Россию фирмой *Transportgummi GmbH*.

Таблица 2.4

Характеристики резиновых лент по DIN 22131

Тип ленты	Минимальная разрывная прочность, Н/мм	Диаметр троса d , мм	Шаг тросов t , мм	Минимальная толщина на- ружных обкладок		Масса ленты без наружных обкладок, кг/м ²
				несущая сторона S_1 , мм	ходовая сторона S_2 , мм	
St 1000	1000	4,1	12	4	4	8,4
St 1000	1250	4,9	14	5	5	10,5
St 1000	1600	5,6	15	6	6	13,1
St 1000	2000	5,6	12	6	6	14,8
St 1000	2500	7,2	15	7	7	18,3
St 1000	3150	7,8	15	8	8	20,9
St 1000	3500	8,4	15	8	8	24,2
St 1000	4000	8,9	15	8	8	26,3
St 1000	4500	9,7	16	8	8	29,6
St 1000	5000	10,9	17	8	8	33,4
St 1000	5400	11,3	17	8	8	34,5

2.3.3. Расчет прочности конвейерных лент

Конвейерные ленты рассчитывают по максимальному статическому усилию S_{\max} с учетом коэффициента запаса прочности. Потребная прочность ленты при разрыве определяется сопротивлением разрыву одной прокладки и числом прокладок. В этом случае для тканевой ленты расчетная формула имеет вид

$$z = \frac{S_{\max} \cdot n}{B[\sigma_p]},$$

где z — число прокладок; n — коэффициент запаса прочности ленты на разрыв; B — ширина ленты, см; $[\sigma_p]$ — напряжение при разрыве, Н/мм ширины (табл. 2.4).

Коэффициент запаса прочности n выбирают по табл. 2.5 в зависимости от типа ленты (резинотканевая или резиновотросовая), места установки конвейера и условий его работы. Для наклонных конвейеров коэффициент запаса прочности принимают несколько большим, чем для горизонтальных или слабонаклонных, учитывая, что разрывы ленты чаще происходят на наклонных конвейерах.

Относительно высокие значения коэффициента запаса прочности принимают в связи с ослаблением ленты в местах стыков, наличием

не учитываемых расчетом добавочных напряжений при изгибе ленты на барабанах, равномерном распределении напряжения между прокладками (тросами), а также из-за усталостных явлений.

Таблица 2.5

Рекомендуемый коэффициент запаса прочности конвейерных лент

Назначение конвейера	Тип ленты	Число тяговых прокладок	Значение n при угле наклона конвейера	
			$\beta \leq 10^\circ$	$\beta > 10^\circ$
Транспортирование груза	Резинотканевая, общего назначения, морозостойкая и негорючая для угольных шахт	до 5	8	9
		более 5	9	10
	Теплостойкая	любое	10	10
	Повышенной теплостойкости	любое	20	20
	Тканевая ПВХ	до 5	8,5	9,0
		более 5	9,0	10
	Резинотросовая	—	7,0	8,5
Перевозка людей	Тканевая ПВХ	любое	9,5	10
	Резинотросовая	—	8,0	9,5

Указанные в табл. 2.5 коэффициенты запаса прочности соответствуют показателям максимально допустимой (расчетной) рабочей нагрузки тяговой прокладки в зависимости от ее номинальной прочности.

Полученное число прокладок должно соответствовать рекомендуемому (ГОСТ 20—85). Если число прокладок получается больше допустимого для данной ширины ленты, необходимо принять более прочную ленту.

Рассмотренный метод определения числа прокладок по установленным коэффициентам запаса прочности ленты на основе длительных эксплуатационных данных получил широкое распространение в практике.

Резинотросовые ленты необходимой прочности, Н/мм ширины, выбирают по ее сопротивлению разрыву

$$[\sigma_p] \geq \frac{S_{\max} \cdot n}{B}.$$

Максимально допустимое напряжение, Н, вновь проектируемой резинотросовой ленты вычисляют по формуле:

$$S_{\max} \leq \frac{\pi d_{\Pi}^2}{4} \cdot \frac{\sigma_{\Pi}}{t_{\Gamma}} \cdot \frac{z_{\Pi}}{n} \cdot B,$$

где d_{Π} — диаметр проволоки троса, см; σ_{Π} — предел прочности проволоки, Н/см²; t_{Γ} — шаг тросов в ленте, см; z_{Π} — число проволок в тросе; n — номинальный коэффициент запаса прочности; B — ширина ленты, см.

Выбирая тип ленты (резинотросовой или резинотканевой) при конкретном проектировании, необходимо учитывать пределы прочности сравниваемых видов лент, предельно допустимую длину конвейеров по величине относительного удлинения лент при рабочей нагрузке в зависимости от принятого типа натяжного устройства, долговечность сравниваемых лент, возможность иметь меньшие запасы прочности при расчете; сравнительную стоимость конвейерных лент.

2.3.4. Металлические конвейерные ленты

Металлические конвейерные ленты выполняются сплошными стальными и проволочными (сетчатыми) [1].

Стальные ленты изготавливают из углеродистой стали 65 Г и 85 Г и из коррозионно-стойкой. Толщина стальных лент составляет 0,8–1,0 мм, прочность на разрыв 900 МПа. Стальную ленту из углеродистой стали применяют для транспортирования горячих грузов ($t = 120^{\circ}\text{C}$). Конвейеры со стальной лентой применяют на предприятиях пищевой промышленности; при производстве бетонных плит, листов пластмассы, в моечных, сушильных и холодильных установках; гладкая поверхность стальной ленты позволяет транспортировать на ней липкие и горячие грузы; концы стальной ленты соединяют внахлестку заклепками или сваркой. Стальная лента на 30 % легче и почти в 5 раз дешевле прорезиненной (при равной ширине и прочности).

Сетчатые (проволочные) ленты применяются для транспортирования штучных и кусковых грузов через закалочные, нагревательные, обжиговые и сушильные печи, для выпечки хлебных и кондитерских изделий, в камерах шоковой заморозки продуктов, при производстве стеклянных и керамических изделий.

2.3.5. Полимерные конвейерные ленты

Полимерные конвейерные ленты имеют рельефную рабочую поверхность и предназначены для использования на наклонных транспортерах, так как имеют низкий коэффициент скольжения; основная область применения — конвейеры для упаковки, транспортирования грузов с неровной (необработанной) поверхностью и органических продуктов россыпью [5]. Подбор материала ленты осуществляется в зависимости от области применения: полипропилен, полиэтилен, ацетат, нейлон.

Различные добавки в состав полимеров позволяют подобрать ленту, которая будет соответствовать требуемым условиям эксплуатации: устойчивость к высоким ($+150\text{ }^{\circ}\text{C}$) или низким ($-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) температурам, влажности, абразивности или возможности порезов; устойчивость к минеральным маслам и жирам, химическая устойчивость, антистатичность.

Модульные полимерные ленты являются достаточно перспективными и применяются для транспортирования конвейерами продуктов пищевой, легкой, деревообрабатывающей, текстильной промышленности, полиграфического производства, упаковки и в кондитерской промышленности [5].

Модульные ленты (рис. 2.8) выполняются из термопластичных пластмассовых модулей, которые соединены между собой прочными пластмассовыми стержнями; цельная конструкция из пластмассы обеспечивает долгий срок службы, кирпичное соединение создает возможность для сборки различной ширины и обеспечивает высокую боковую и диагональную прочность и жесткость.

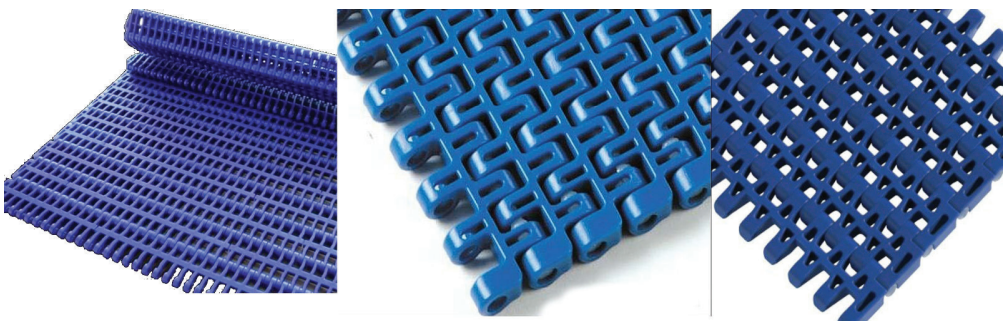


Рис. 2.8. Модульные полимерные ленты

При использовании модульных лент имеется возможность изменения длины ленты добавлением или удалением модулей при ее постепенном вытягивании, наращивании или сокращении длины самого конвейера.

2.4. Роликовые опоры

Для опоры ленты используют роlikоопоры или настил — сплошной (из дерева, стали, пластмассы) или комбинированный (чередование настила и роlikоопор), наибольшее распространение имеют роlikоопоры различных типов и конструкций.

Ролики изготавливают из металлической трубы, закрепленной с помощью подшипников на оси; в настоящее время широкое использование получили ролики, выполненные из керамики или высокопрочных полимерных материалов.

К роlikоопорам предъявляются следующие требования: удобство при установке и эксплуатации; малая стоимость; долговечность; малое сопротивление вращению; обеспечение необходимой устойчивости и желобчатости ленты во время движения.

По расположению на конвейере роlikоопоры классифицируют на верхние: прямые — для плоской формы ленты при транспортировании штучных грузов; желобчатые — для желобчатой формы ленты (для сыпучих грузов) на двух, трех и пяти роliках; нижние: прямые однороlikовые (см. рис. 2.9, *а*) (сплошные цилиндрические и дисковые); двухроlikовые желобчатые (угол наклона боковых роliков $\alpha_{\text{ж}} = 10^\circ$). В трехроlikовой опоре все ролики располагают в одной плоскости или средний ролик выдвигают вперед (шахматное расположение роlikоопор) для более равномерного положения ленты и обеспечения удобства техобслуживания.

В зоне загрузки устанавливают амортизирующие опоры (см. рис. 2.9, *в*), у которых на корпусе роliка закреплены резиновые шайбы. При транспортировании сильноабразивных или налипающих грузов поверхности корпусов роliков футеруют резиной.

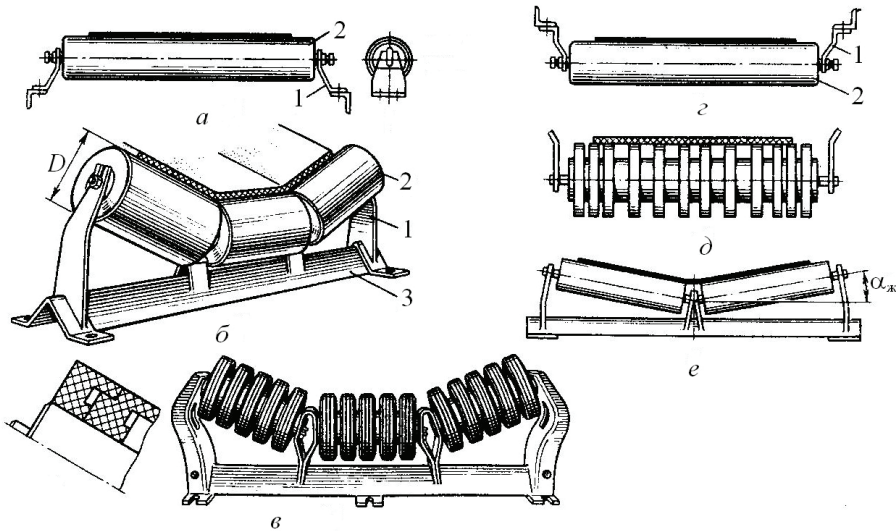


Рис. 2.9. Роликоопоры ленточного конвейера:

а, б, в — для верхней ветви: прямая, рядовая желобчатая, амортизирующая; *г, д, е* — для нижней ветви: прямая, дисковая очистная, желобчатая. 1 — кронштейн; 2 ролик; 3 — балка

2.5. Приводы ленточных конвейеров

Приводной механизм служит для приведения в движение тягового и грузонесущего элементов конвейера.

По способу передачи тягового усилия различают приводы: с передачей усилия зацеплением; фрикционные: однобарабанные (одноблочные), двух-, трехбарабанные и специальные промежуточные.

По числу приводов конвейеры бывают одноприводные и многоприводные (см. рис. 2.10). У многоприводных конвейеров размещают до 12 промежуточных приводных механизмов с отдельными электродвигателями. Использование промежуточных приводов позволяет уменьшить натяжение тягового элемента.

От расположения привода зависит натяжение тягового элемента на разных участках контура трассы, поэтому привод необходимо располагать так, чтобы уменьшить наибольшее натяжение тягового элемента.

Применение нескольких приводов позволяет снизить максимальное натяжение гибкого тягового элемента, т. е. использовать гибкий тяговый элемент меньшей прочности; многоприводные конвейеры могут иметь большую длину при правильно выбранной системе приводов.

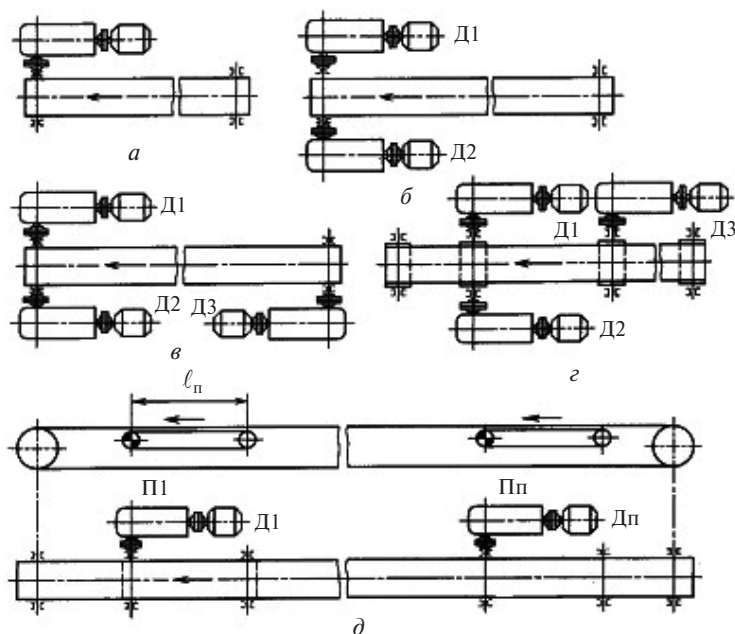


Рис. 2.10. Схемы расположения приводов:

а — с одним двигателем; б — с двумя двигателями; в, г — с тремя двигателями;
 д — многоприводного с промежуточными приводами

При определении рационального места установки привода на трассе конвейера основным фактором является достижение минимального натяжения тягового элемента и снижение натяжения на поворотных и криволинейных участках, поэтому рациональной является установка привода в пунктах поворота контура трассы [2].

Если конвейер состоит из одного участка (горизонтального или наклонного), то привод располагается в головной части, т. е. в конце грузовой ветви (см. рис. 2.11).

При движении груза вниз при небольшом угле наклона сопротивление движению на грузовой ветви больше, чем на обратной, — привод в головной части конвейера; при движении груза вниз при значительном угле наклона сопротивление движению на грузовой ветви меньше, чем на обратной, — привод в хвостовой части конвейера (см. рис. 2.11, г).

Для того чтобы сохранить требуемое натяжение тягового элемента на длинных ленточных конвейерах, натяжное устройство устанавливают ближе к приводу (см. рис. 2.12).

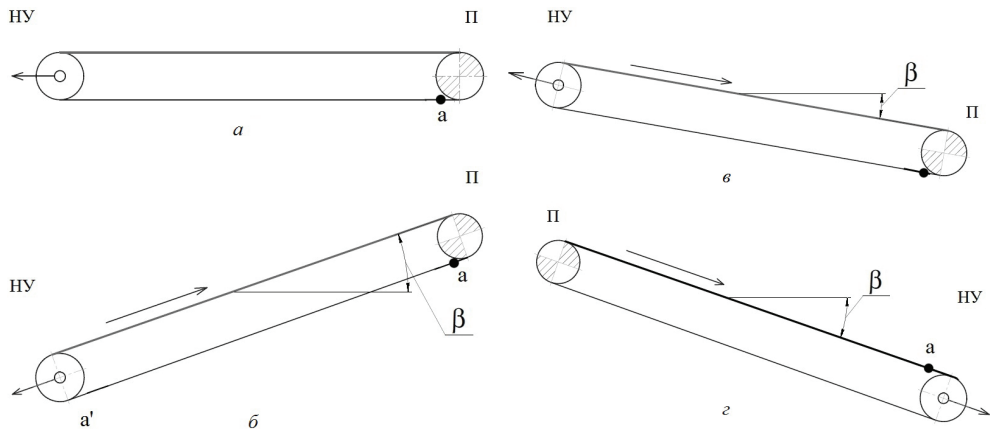


Рис. 2.11. Расположение привода в головной части конвейера
(а — точка минимального натяжения):

$a, б$ — на горизонтальном конвейере; $в, г$ — на наклонном конвейере

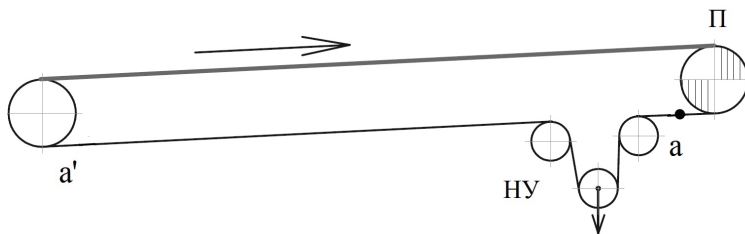


Рис. 2.12. Схема расположения привода и натяжного устройства
на конвейере с увеличенной длиной трассы

Оптимальное количество приводов на конвейере определяется технико-экономическим расчетом. При проектировании и выборе оптимального числа приводов целесообразным является использование меньшего числа приводов повышенной мощности. Использование прямолинейных промежуточных приводов в цепных конвейерах со сложной конфигурацией трассы позволяет обеспечить наиболее оптимальное их расположение на всем протяжении контура трассы.

2.6. Натяжные устройства

Натяжные устройства (рис. 2.13) служат для обеспечения первоначального натяжения тягового элемента, ограничения провеса тягового элемента между опорными устройствами, компенсации вытяжки тягового элемента в процессе эксплуатации.

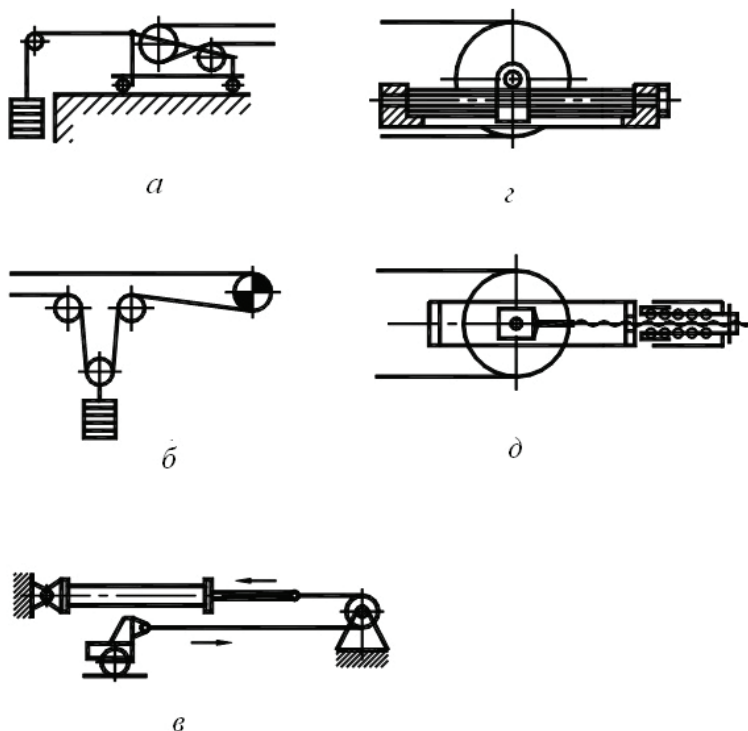


Рис. 2.13. Натяжные устройства:

a — хвостовое грузовое; *б* — промежуточное грузовое; *в* — гидравлическое; *г* — винтовое; *д* — пружинно-винтовое

Натяжные устройства по способу действия и конструкции классифицируют на механические, пневматические, гидравлические, грузовые, грузолебедочные, лебедочные.

Преимущества механических натяжных устройств: простота конструкции; малые габаритные размеры; компактность. Недостатки механических натяжных устройств: переменное значение натяжения и возможность чрезмерного натяжения тягового элемента; жесткость

крепления и отсутствие подвижности при случайных перегрузках; необходимость периодического наблюдения и подтягивания.

Пневматические и гидравлические натяжные устройства имеют малые габаритные размеры, но требуют установки специального оборудования для подачи под постоянным давлением воздуха или масла.

Преимущества грузового натяжного устройства: приводится под действием свободно висящего груза, автоматически обеспечивает постоянное усилие натяжения, компенсирует изменения длины тягового элемента, уменьшает пиковые нагрузки при перегрузках. Недостатки грузового натяжного устройства: большие габаритные размеры, большая масса груза для мощных и длинных ленточных конвейеров.

Для снижения массы груза применяют рычаги, полиспасты, приводные лебедки. Ход натяжного устройства выбирается в зависимости от длины и конфигурации трассы и типа тягового элемента, ход натяжного устройства должен обеспечивать компенсацию удлинения тягового элемента и выполнение монтажных работ.

$$X = x_p + x_0, \quad (2.1)$$

где x_p — рабочий ход; x_0 — монтажный ход.

Рабочий ход НУ для ленточных конвейеров

$$x_p \geq K_n \cdot K_s \cdot \varepsilon_y \cdot L, \quad (2.2)$$

где K_n — коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера β ; K_s — коэффициент использования ленты по натяжению (при классах использования Ц1; Ц2; Ц3 значение K_s соответственно равно 0,63; 0,8; 1,0); ε_y — относительное упругое удлинение ленты (для резинотканевых лент $\varepsilon_y = 0,015$, для резинотросовых лент $\varepsilon_y = 0,0025$); L — длина конвейера между центрами концевых барабанов, м.

Натяжное устройство обычно устанавливается на одном из поворотных устройств (барабане, блоке, звездочке), расположенных на участке малого натяжения тягового элемента. Натяжное усилие

$$P_n = S_1 + S_2 + T, \quad (2.3)$$

где S_1 — натяжение набегающей ветви конвейера, Н; S_2 — натяжение сбегающей ветви конвейера, Н; T — усилие перемещения ползунов или натяжной тележки, Н.

Наибольшее натяжение должно быть в период пуска конвейера, при установившемся режиме оно должно автоматически уменьшаться (ле-

бедочные и грузолебедочные натяжные устройства с автоматическим управлением, с датчиком контроля натяжения). На грузовых натяжных устройствах в крайних положениях натяжной тележки устанавливают конечные выключатели.

2.7. Устройства для очистки ленты

Очистка ленты от налипшего и примерзшего груза имеет важное значение для обеспечения нормальной эксплуатации конвейера и повышения срока службы ленты. К средствам очистки ленты предъявляются требования не только полноты очистки, но и сохранности обкладки ленты, длительных сроков работы самих устройств без большого износа и загрязнения, простоты и надежности конструкции. Очистка от сыпучих и нелипких материалов (уголь, песок) производится относительно легко. Существенные затруднения представляет очистка от влажных сильноналипающих грузов (суглинок, глина, мел) и замерзающих грузов в зимний период.

Для очистки грузонесущей поверхности ленты при сухих и влажных, но нелипких грузах применяют одинарные или двойные скребки (рис. 2.14, *а*); при влажных и липких — вращающиеся щетки (рис. 2.14, *б*) или барабаны с вращающимися лопастями.

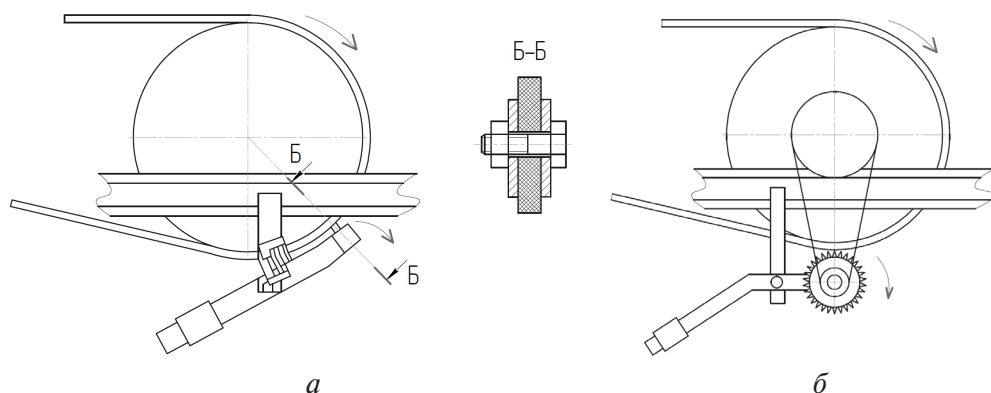


Рис. 2.14. Очистные устройства:

а — очистной скребок; *б* — вращающаяся щетка

Рабочие элементы скребков и щеток выполняют из износостойкой резины, пластмассы, капроновых нитей. Очистные устройства устанавливают у концевых барабанов, счищаемый груз падает в воронку. Применяют гидроочистку ленты при обеспечении ее просушки. Для очистки внутренней поверхности ленты у концевого барабана устанавливают плужковый очиститель.

Поверхность нефутерованных барабанов и отдельных роликов обратной ветви очищается стальными скребками. Расположение очистного устройства должно быть таким, чтобы прилипший к ленте груз сбрасывался в разгрузочную коробку или отдельный приемник. Рабочие элементы скребковых очистных устройств выполняют металлическими, из износостойкой резины или пластмассы, закрепляют в шарнирной раме, прижатие к ленте осуществляется грузом или пружиной с помощью рычага. Для повышения срока службы скребков их выполняют двойными. Первый по ходу ленты скребок устанавливают с большим зазором от поверхности ленты, чем второй. Сначала удаляют основной слой материала первым скребком, а затем выполняют более тонкую очистку вторым скребком.

Вращающиеся щетки приводятся в движение от индивидуального привода или от приводного барабана конвейера через ускоряющую передачу. Щетки изготавливают с эластичными ребрами (лопастями), расположенными параллельно оси или по винтовой. Ребра армируются резиновыми полосами из упругих синтетических материалов или набираются из пучков капроновых нитей.

Для слабоналипающих грузов используют вибрационные очистные устройства, наибольшая эффективность которых достигается при их использовании в сочетании с другими очистными устройствами.

Гидравлические очистные устройства работают по принципу механического отделения прилипших частиц груза напорной струей воды. Они имеют простую конструкцию, но требуют установки дополнительного оборудования для подачи воды и отвода пульпы; гидроочистку (гидросмыв) применяют при обеспечении просушки ленты.

Для очистки внутренней поверхности ленты у концевого барабана устанавливают плужковый очиститель.

2.8. Устройства безопасности и контроля

На ленточных конвейерах устанавливаются предохранительные устройства, обеспечивающие контроль скорости движения, поперечного сдвига ленты, продольного порыва ленты, целостности тросов (в резиנותросовой ленте), функционирования системы подачи смазки к редукторам.

Для автоматической работы транспортирующей установки или комплекса машин необходимо не только установить приборы автоматического управления, но и обеспечить длительную непрерывную работу машины при минимальном количестве обслуживающего персонала. С помощью приборов автоматики осуществляется автоматический контроль за работой основных узлов конвейеров, предотвращается возникновение аварий путем отключения всей линии или ее части.

Основные процессы, над которыми осуществляется автоматический контроль: наличие груза на ленте; обрыв и пробуксовка ленты; равномерность грузопотока; предупреждение сбег лент в сторону; состояние поверхности барабанов, подшипников и т. д., движение тяговых органов; места перегрузки; заполнение бункерных установок.

2.9. Монтаж и техническое обслуживание ленточных конвейеров

Машины непрерывного транспорта монтируют на постоянном рабочем месте. Трудоемкость монтажных работ конвейеров требует повышенной точности координирования их положения в пространстве по отношению к другим машинам, технологическому оборудованию и элементам строительных конструкций. При большой длине недопустимы даже малые угловые ошибки, которые приводят к отклонениям линейных размеров, поэтому монтаж оборудования выполняют квалифицированные рабочие непосредственно на рабочем месте.

Монтажу ленточного конвейера предшествует разработка проектно-сметной документации и монтажных работ с учетом расположения складов, подъездных путей, энергетического хозяйства.

Конвейерные установки мощностью привода более 500 кВт монтируют специализированные монтажно-строительные организации, при меньшей мощности — монтажные бригады самого предприятия.

На выверенную по шаблону, отвесам и уровню и закрепленную металлоконструкцию (рис. 2.15) устанавливают роlikоопоры, начиная с нижней (холостой) ветви, пока доступ к ней не закрыт роlikоопорами верхней ветви. Затем устанавливают роlikоопоры рабочей ветви и монтируют приводной барабан, а по его валу — редуктор и электродвигатель.

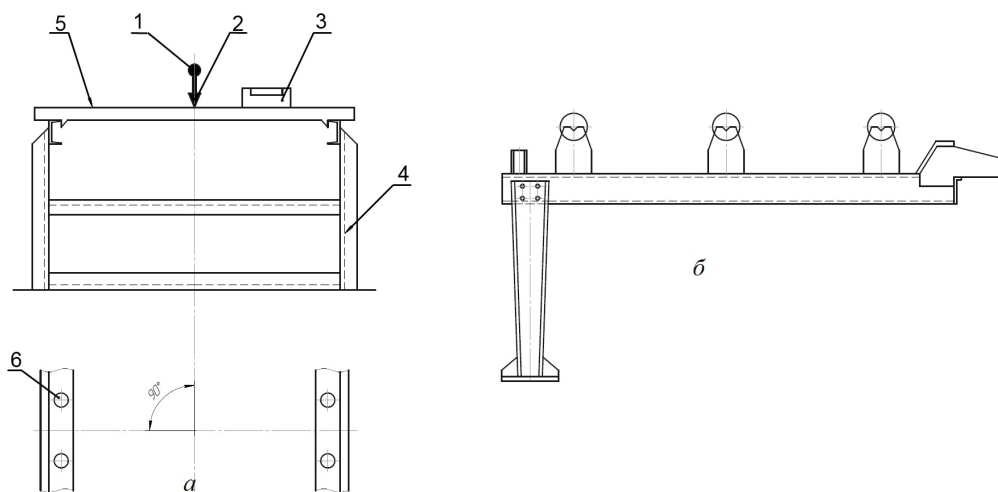


Рис. 2.15. Схема подготовки металлоконструкции к монтажу:

а — подготовка к монтажу; *б* — секция конвейера; 1 — ориентир; 2 — отвес; 3 — уровень; 4 — металлоконструкция; 5 — шаблон; 6 — отверстия

Привод конвейера обкатывают до установки ленты, замеченные неисправности устраняют. Натяжной барабан устанавливают в крайнее положение, соответствующее минимальной длине конвейера.

Наибольшая ответственность монтажа необходима при установке приводной станции и роlikового става в плане.

При установке приводных барабанов не допускается отклонение от перпендикулярности осей барабана и конвейера более чем на 0,5 мм на 1000 мм длины, смещение середины барабана относительно продольной оси конвейера должно быть не более 2 мм, жесткие требования предъявляются и к натяжным и к отклоняющим барабанам.

Отклонение середины роlikоопоры от продольной оси конвейера не должно превышать 3 мм. Опорная поверхность под роlikоопоры

должна быть прямолинейной (отклонение не более ± 1 мм на 1000 мм длины), ролики должны легко вращаться.

После холостого испытания приводов, натяжных устройств и другого оборудования приступают к монтажу конвейерной ленты. Необходимая длина ленты (м) определяется по формуле

$$L = \sum R_i \alpha_i + \sum L_i + L_B + \ell_A,$$

где R_i — радиус огибания лентой барабанов, м; α_i — угол изгиба ленты, град; L_i — длина прямолинейных участков, м; L_B — длина огибания барабанов разгрузочной тележки (если она имеется), м; ℓ_A — длина стыка, м.

Для укладки ленты на обеих ветвях конвейера рулон ленты устанавливают со стороны концевой станции. Конец ленты прикрепляют к стальному канату, длина которого не меньше удвоенной длины конвейера (рис. 2.16).

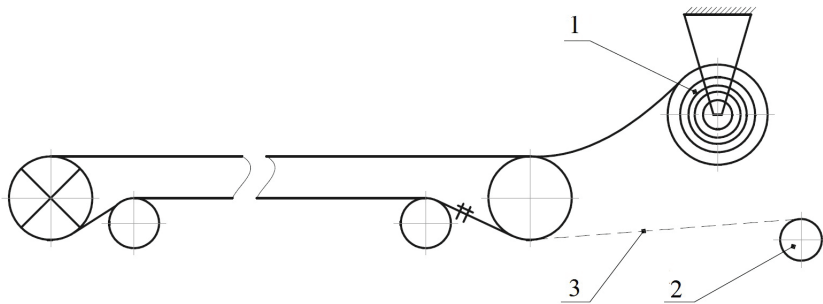


Рис. 2.16. Схема навески ленты с помощью привода и лебедки:

1 — рулон ленты; 2 — барабан лебедки; 3 — канат

Канат укладывают на роликоопоры холостой ветви, перекидывают через головной барабан и протягивают по роликоопорам грузовой ветви к лебедке.

При наматывании каната на барабан лебедки лента сматывается с рулона и укладывается на грузовой, а затем, обогнув концевой барабан, на холостой ветви конвейера.

После монтажа всех узлов и электрооборудования производится тщательный осмотр и обкатка конвейера.

Перед опробованием конвейера вхолостую в течение 3–4 часов необходима установка защитных кожухов, бортов, течек, воронок, очистных устройств. Лента должна быть натянута расчетным усили-

ем. При этом проверяется работа механизмов, нагрев подшипников, вращение роликов, отсутствие течи масла из редуктора, контроль правильности движения ленты (рис. 2.17). При сходе ленты с приводного барабана или с роlikоопор конвейер останавливают.

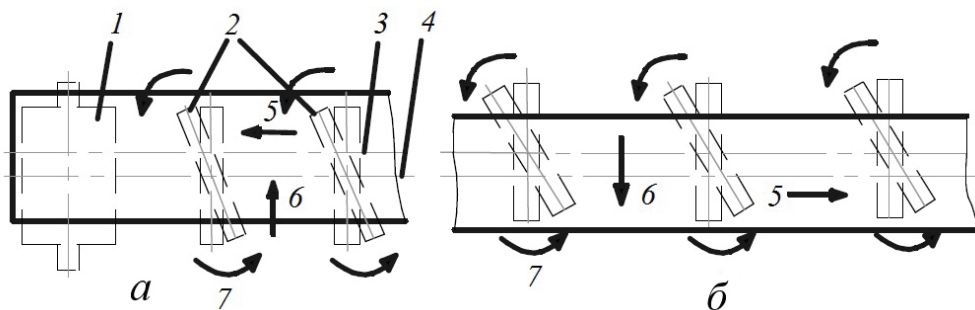


Рис. 2.17. Регулировка верхних роlikоопор ленточного конвейера при сходе ленты: *а* — с приводного барабана; *б* — в средней части; 1 — приводной барабан; 2 — роlikоопоры; 3, 4 — оси ленты и конвейера; 5, 6, 7 — направления движения ленты, ее схода и разворота роlikоопор

При опробовании под нагрузкой в течение 12 часов выполняют аналогичные проверки и регулировки, как при опробовании вхолостую.

Для попадания груза на середину ленты необходимо соблюдать правильность загрузки и разгрузки конвейера и положения загрузочных устройств. Просыпание груза в местах разгрузки устраняют регулированием приемных устройств. При опробовании наклонных конвейеров под нагрузкой (при полностью загруженной ленте) проверяют работу тормозов и остановов, препятствующих движению загруженного конвейера в обратном направлении при выключении двигателя. Натяжение ленты регулируется в соответствии с ее загрузкой.

Техническое обслуживание конвейеров включает: осмотр всех элементов конвейера; проверку правильности их работы; регулировку механизмов; ремонт механизмов и деталей.

При осмотре конвейера проверяют наличие повреждений ленты, качество ее очистки, прилегание к роliкам, правильность хода, разгрузки и загрузки, чрезмерного провисания между роlikоопорами и опасности пробуксовки. Плохая очистка ленты ускоряет ее износ, поэтому очистные устройства должны быть тщательно отрегулированы.

Сход ленты в сторону должен быть устранен, так как он ведет к повреждению кромок ленты и просыпанию груза на холостую ветвь с переносом на натяжную станцию и заштыбовкой ленты. Эксплуатация при ослабленном натяжении ленты приводит к энергетическим потерям, снижает срок службы ленты и является причиной пробуксовки на приводном барабане, которая ведет к интенсивному износу ленты и футеровки барабана. При работе зимой необходимо следить за тем, чтобы не было обледенения барабанов и ленты.

Техническое обслуживание роlikоопор ленточных конвейеров предусматривает их периодический осмотр, регулировку и замену.

При осмотре приводных станций необходимо следить за износом футеровки приводных барабанов, наличием масла в редукторе, состоянием муфт, тормозов и остановов.

ТО барабанов ленточных конвейеров предусматривает их осмотр, регулировку и смазку. При осмотре проверяют состояние подшипников по внешним признакам (шум, нагрев) и футеровки (износ, обрыв). Поврежденную футеровку ремонтируют или заменяют на месте без демонтажа барабана. Для устранения нагрева проверяют и регулируют положение барабана, проверяют состояние подшипников. Неисправности подшипниковых узлов происходят из-за отсутствия, избытка или загрязнения смазки, перекоса самого подшипника.

Натяжные устройства при техническом обслуживании осматривают и устраняют неисправности.

При ТО металлоконструкций проводится тщательный осмотр характерных зон возможных повреждений, все расчетные сварные швы, заклепочные и болтовые соединения и другие места вероятного появления трещин: резкие изменения сечений элементов; места примыкания ребер, накладок, косынок; концы сварных швов и места с изменением их толщины и формы.

При обнаружении трещин в ответственных местах металлоконструкций машину не допускают к работе; если дефекты не представляют опасность для нормальной работы машин и обслуживающего персонала, их исправление можно приурочить к очередному ремонту.

Глава 3.

Ленточные конвейеры специальных типов

3.1. Передвижные и переносные конвейеры

В условиях современного производства часто требуются передвижные и переносные конвейеры для компоновки временных конвейерных систем, которые после выполнения каких-либо операций должны быть легко демонтированы и быстро смонтированы в другом месте.

Передвижной ленточный конвейер (рис. 3.1) состоит из тех же элементов, что и стационарный, но дополнительно имеет колесный ход и механизм изменения угла наклона. Переносные конвейеры имеют малую длину (до 5 м) и незначительную массу; их переносят с места на место вручную. Роликоопоры — желобчатые, иногда сплошной настил. Привод — от электродвигателя со встроенным редуктором с клиноременной или цепной передачей. Натяжное устройство — винтовое. Металлоконструкция — сварная из стальных или дюралюминиевых труб легкого уголкового или легкого фасонного проката.



Рис. 3.1. Передвижной — *а* и переносной — *б* ленточный конвейер

Основное достоинство передвижных и переносных конвейеров заключается в возможности обслуживания одним устройством большой площади. Фактически одного конвейера может хватить для обслуживания всего склада или промышленной площадки. К конструкции передвижных и переносных конвейеров предъявляются следующие требования: малый вес при достаточной жесткости несущей конструкции, повышенная надежность, возможность перемещения по неровной местности и приспособляемость к условиям работы.

Основным недостатком является ручная загрузка, поэтому обычно передвижные и переносные ленточные конвейеры работают в комплексе с погрузочными машинами. Передвижные и переносные конвейеры применяют в пищевой промышленности, на складах, железнодорожном и водном транспорте и строительстве. На конвейерах используют резинотканевую ленту с гладкой и рифленой поверхностью, с бортами и перегородками [1].

3.2. Телескопические ленточные конвейеры

Телескопические ленточные конвейеры обладают возможностью регулировки длины трассы конвейера. Механизм регулировки длины транспортера работает по принципу телескопа, отсюда и название — телескопические.

Телескопические конвейеры широко применяются для перемещения таких штучных грузов, как коробки, мешки, ящики и т. п. Самые распространенные места применения телескопических конвейеров — логистические комплексы, склады, грузовые терминалы, почтовые центры и т. п. Регулировка длины телескопического конвейера является выгодным преимуществом при погрузке или разгрузке автомашин, фур, прицепов, контейнеров и вагонов — можно перегружать грузы из них сразу на территорию склада.

Основные преимущества телескопического конвейера: возможность регулирования длины конвейера; возможность регулировки угла наклона конвейера, удобство эксплуатации.

Трасса телескопического транспортера разбита на секции, при уменьшении длины конвейера секции входят одна в другую, при увеличении длины — секции выходят на всю длину друг из друга. Меха-

низм выдвижения секций конвейера может быть как ручной (вытягивают секцию за специальную ручку), так и приводной (при помощи отдельно подключенного мотор-редуктора). Максимальная длина телескопического конвейера зависит от количества ветвей и их совокупной длины.

Длина конвейера (рис. 3.2) изменяется путем перемещения комплекта отклоняющих и натяжных барабанов [1]. На нижней ветви ленты 7 телескопического конвейера установлено телескопическое устройство, включающее спаренные натяжные барабаны 3 и 4, обеспечивающие запасовку петли ленты, что позволяет изменять длину конвейера без рассоединения ленты. Передний барабан 1 перемещается при помощи привода телескопического устройства.

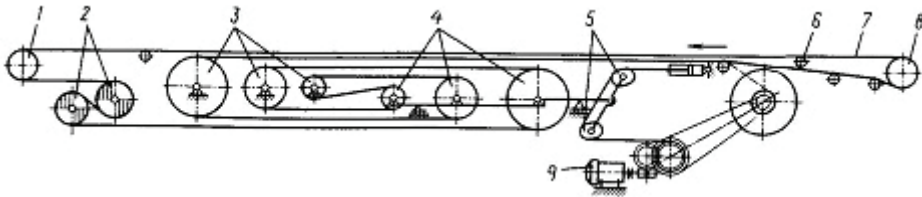


Рис. 3.2. Схема телескопического ленточного конвейера:

- 1 — передний барабан; 2 — привод; 3 — неподвижные барабаны; 4 — подвижные барабаны;
5 — натяжное устройство; 6 — ролик-опоры; 7 — лента; 8 — задний концевой барабан;
9 — привод телескопического устройства

Телескопические ленточные транспортеры могут иметь не только регулировку длины трассы, но и регулировку скорости движения и высоты подъема.

3.3. Конвейеры с бесконтактной опорой ленты

Увеличение скорости движения ленты с целью повышения производительности конвейера приводит к износу ленты, снижению срока ее службы, требует проведения динамической балансировки роликов и барабанов, усложняет процесс загрузки конвейеров. Все это ограничивает использование ленточных конвейеров на ролик-опорах при высоких скоростях движения ленты. В этом случае перспективным яв-

ляется применение конвейеров с бесконтактной опорой ленты. В этих конвейерах лента вместе с грузом поднимается над опорной поверхностью под действием давления воздуха (на воздушной подушке) или под действием магнитного поля (на магнитной подушке) [1].

Бесконтактная опора ленты (рис. 3.3) обеспечивает экономию металла и расхода энергии, значительно снижает сопротивление движению ленты, упрощает ремонт и обслуживание, позволяет увеличить скорость перемещения, производительность и длину транспортирования.

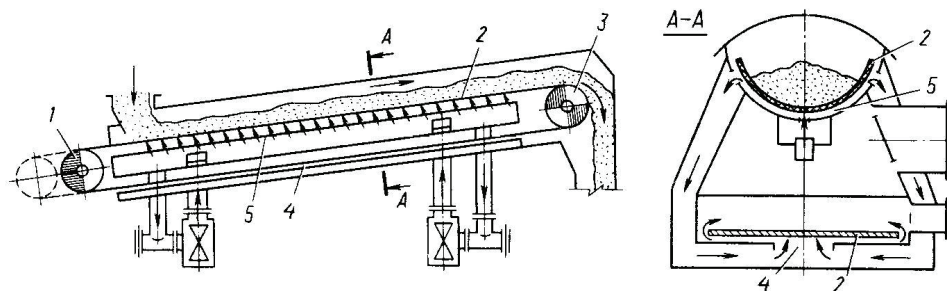


Рис. 3.3. Схема конвейера с лентой на воздушной опоре:

1 — натяжной барабан, 2 — лента, 3 — приводной барабан, 4, 5 — воздушные камеры

Преимущества воздушной опоры ленты: применение стандартной ленты, возможность перемещения грузов широкого ассортимента (кроме пылящих).

Недостатки воздушной опоры ленты: необходимость установки дополнительного оборудования; падение давления воздуха вдоль трассы (особенно при большой длине конвейера); дополнительный расход энергии на подачу воздуха, возможность нарушения поддержки ленты при местной перегрузке.

На ленточных конвейерах с магнитной опорой ленты вместо роликоопор установлены постоянные пластинчатые электромагниты; лента имеет свойство постоянного магнита благодаря введению в обкладочную резину магнитного порошка и сохраняет свои свойства до 10 лет.

Преимущества магнитной опоры ленты: возможность применения серийно изготовленных электромагнитов; постоянное действие силы магнитов вдоль всей трассы конвейера; отсутствие проводки; простота устройства опор; бесшумность и экономичность конструкции и обслу-

живания. Недостатки магнитной опоры ленты: использование специального устройства для магнитной опоры ленты; ограничение ассортимента транспортируемых грузов.

3.4. Конвейеры с увеличенным углом наклона

Транспортировка материалов под крутым углом относится к наиболее сложным видам погрузочно-разгрузочных работ. Крутонаклонным называют конвейер, способный транспортировать грузы под углами подъема, превышающими 18° . Ленточные крутонаклонные конвейеры применяются для транспортирования сыпучих материалов с углом подъема до 90° в технологических линиях предприятий металлургической, цементной, горно-рудной, обогатительной, строительной и других отраслях промышленности. Применение крутонаклонных ленточных конвейеров имеет ряд преимуществ:

- экономия производственных площадей — возможность вертикального движения ленты позволяет существенно сэкономить пространство, занимаемое конвейерным оборудованием;
- возможность изменения угла наклона конвейера по всей длине трассы от точки загрузки до разгрузки, что позволяет избежать применения нескольких конвейеров и точек перегрузки, а это в свою очередь уменьшает количество приводов и снижает разрушение, дробление и пыление транспортируемого материала;
- материал надежно распределяется на поперечных профилях между гофробортами, исключается просыпка при любых углах подъема;
- минимальные затраты на обслуживание, долгий срок службы — облегчается загрузка и разгрузка, возможна транспортировка на одном и том же конвейере разных грузов;
- широкий спектр транспортируемых материалов: от материалов с большой кусковатостью (100–300 мм) до хорошо сыпучих и пылевидных (0,05 мм).

По способу удержания груза на ленте от самопроизвольного движения вниз под действием силы тяжести различают крутонаклонные конвейеры с повышенным коэффициентом трения транспортируемой массы о поверхность ленты, с повышенным нормальным давлением

массы транспортируемого груза на ленту, со специальными подпорными элементами на ленте.

Увеличение коэффициента трения между грузом и лентой достигается главным образом за счет привулканизированных на ее рабочей поверхности рифов и выступов различного профиля высотой 10–45 мм (рис. 3.4).

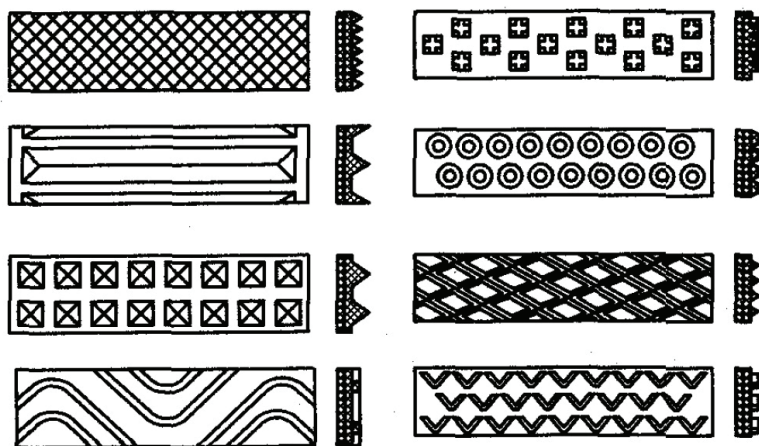


Рис. 3.4. Рифленые ленты

Для увеличения угла наклона конвейера до $45\text{--}60^\circ$ применяются конвейерные ленты с поперечными перегородками высотой 50–300 мм и шагом перегородок по длине 200–600 мм (рис. 3.5). При помощи таких лент можно транспортировать крупнокусковые грузы на расстояние 10–50 м.

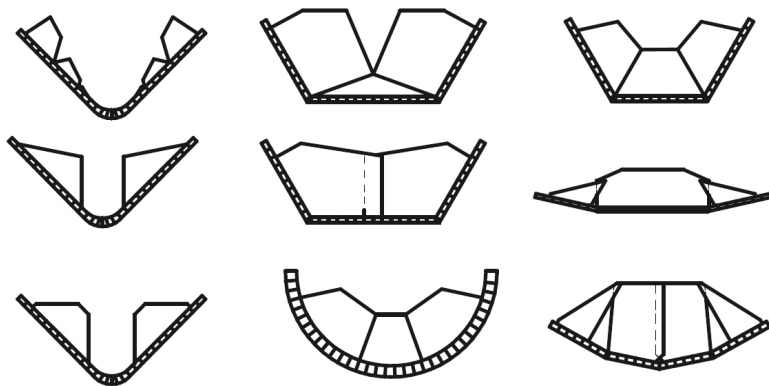


Рис. 3.5. Ленты с перегородками

Крутонаклонные Z-образные конвейеры, предназначенные для транспортировки сыпучих инертных грузов, обеспечивают перемещение насыпных грузов в вертикальном и крутонаклонном направлениях (рис. 3.6).

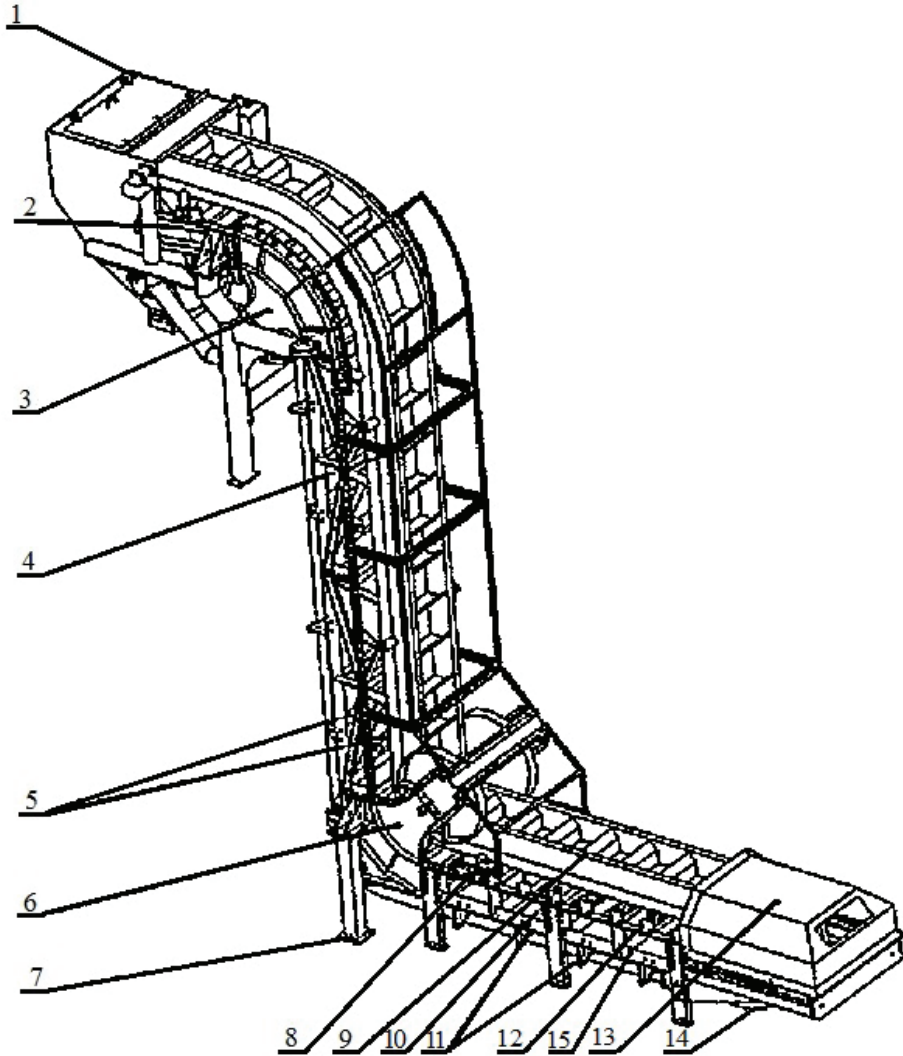


Рис. 3.6. Конструктивная схема Z-образного конвейера:

- 1 — бункер; 2 — приводная станция; 3 — оголовок; 4 — сетчатое ограждение; 5 — успокаивающие ролики; 6 — прижимающая станция; 7 — опора; 8 — дефлекторный ролик; 9 — лента с ребрами и гофробортом; 10 — ролик; 11 — поддерживающие ролики; 12 — амортизирующий ролик; 13 — кожух натяжной станции; 14 — натяжная станция; 15 — рама

3.5. Двухленточные конвейеры-элеваторы

Увеличение угла наклона ленточного конвейера обычной конструкции может быть достигнуто при помощи второй ленты, которая, проходя параллельно несущей ветви рабочей ленты, создает необходимое давление на груз, увеличивая его сцепление с лентой.

К достоинствам двухленточных конвейеров следует отнести возможность транспортирования материала под углом до 90° , высокую скорость движения, достигающую 6 м/с, независимость производительности от угла наклона и возможность герметичного транспортирования насыпных грузов, что имеет особое значение при перемещении пылящих и ядовитых материалов. Недостатками двухленточных конвейеров являются их значительная конструктивная сложность, повышенный износ лент, большой расход энергии.

Двухленточный конвейер-элеватор (рис. 3.7) состоит из двух расположенных один параллельно другому вертикально замкнутых конвейеров, из которых один (нижний) является основным транспортным Т, а второй (верхний) прижимным П. Обе ленты движутся с одинаковой скоростью от самостоятельных (или единого) приводов.

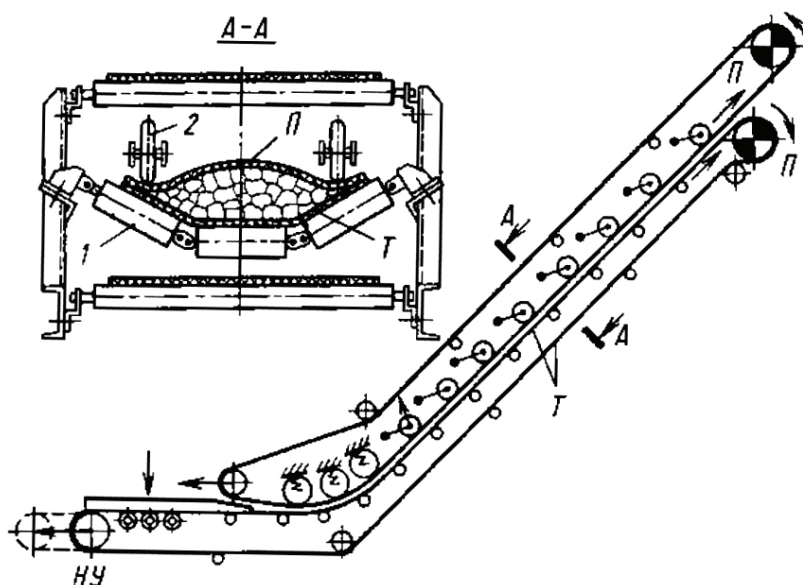


Рис. 3.7. Двухленточный конвейер с крутонаклонной трассой

Транспортный конвейер в начале и в конце своей трассы имеет обычно горизонтальные участки для удобства загрузки и разгрузки. Груз укладывается на горизонтальный участок ленты транспортного конвейера, передается ею до участка сопряжения с лентой прижимного конвейера, зажимается между двумя лентами и транспортируется в таком положении в вертикальном направлении до верхнего разгрузочного участка транспортного конвейера, с которого перегружается по назначению.

На крутонаклонном или вертикальном участке параллельное расположение лент с постоянным расстоянием одной от другой обеспечивается роlikоопорами — опорными 1 и прижимными 2. Надежность работы двухленточного конвейера зависит от плотности и стабильности образования грузонесущего желоба из транспортной и прижимной лент, который должен обеспечить высокую производительность без повреждения и просыпи груза.

Существуют различные конструкции таких конвейеров. Искусственное увеличение нормального давления груза на рабочее полотно достигается применением прижимных элементов, в качестве которых может быть использована либо специальная лента, собранная из кольцевых цепей (рис. 3.8, *а*), либо обычная конвейерная лента, прижимаемая батареями пневматических роликoв (рис. 3.8, *б*).

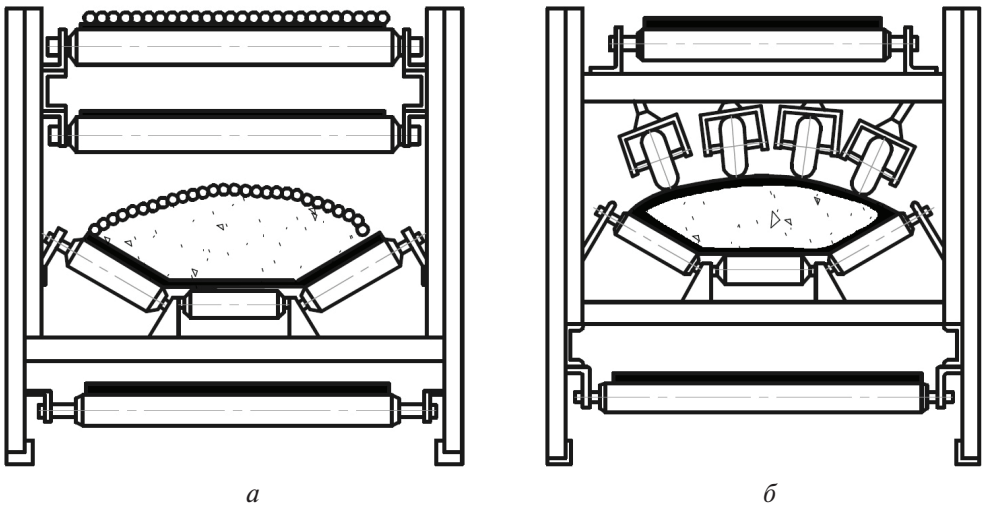


Рис. 3.8. Конвейеры с прижимной лентой:
а — цепной (сеткой); *б* — конвейерной

Увеличение угла наклона ленточного конвейера обычной конструкции может быть достигнуто при помощи прижимной цепной ленты (сетки) (см. рис. 3.8, *а*), провисающая нижняя ветвь которой ложится на грузовую ветвь основного конвейера, предотвращая соскальзывание транспортируемого материала при углах подъема до 60°. Прижимная сетка приводится в движение вспомогательным приводом и имеет такую же скорость, как основная лента.

В некоторых конструкциях вместо цепной сетки применяется прижимная конвейерная лента (см. рис. 3.8, *б*). Над основным конвейером установлен дополнительный конвейер, нижняя ветвь ленты которого прижимается к транспортируемому грузу посредством резиновых пневматических шин. Каждая прижимная шина имеет шарнирный рычаг и ось вращения и может устанавливаться самостоятельно в зависимости от расположения слоя груза на ленте. Шарнирные рычаги с шинами прижимаются посредством индивидуальных пружин. Прижимная лента имеет самостоятельный привод и движется с такой же скоростью, как и основная. Достоинством этой конструкции является меньшая, чем в случае применения цепной ленты, масса ходовой части конвейера.

Существуют установки, прижимное усилие в которых осуществляется пневматической камерой. Недостатком большинства конструктивных схем является следующее: необходимая прижимная нагрузка дискретно прикладывается к транспортируемому грузу с определенным интервалом при относительно незначительной податливости прижимающих элементов.

Указанную выше проблему решили специалисты компании *Continental Conveyor*, разработав прижимное устройство (см. рис. 3.9), приспособленное к продольной и поперечной конфигурации сечения материала, состоящих из сбалансированных прижимных элементов, которые располагаются близко друг к другу, создавая распределенную нагрузку на транспортируемый материал.

Как показывают результаты эксплуатации, подобный сбалансированный «мягкий», «плавающий» прижимной модуль не вызывает повышенного износа лент и эффективно удерживает транспортируемый материал.

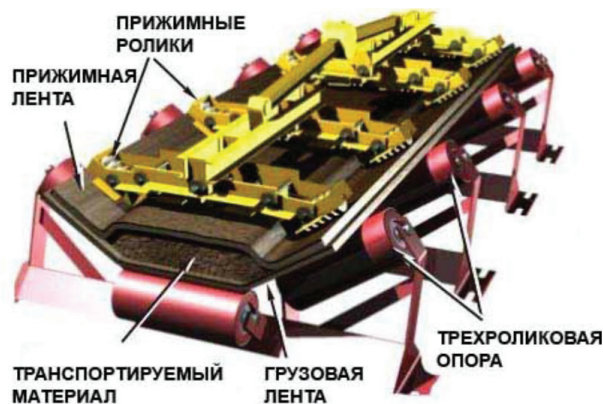


Рис. 3.9. Прижимное устройство «мягкого» типа

3.6. Ленточно-канатные конвейеры

Разновидностью конвейера ленточного типа является ленточно-канатный конвейер, у которого лента выполняет функцию грузонесущего органа, а тяговым органом служат стальные канаты. Как и традиционные ленточные конвейеры, он состоит из тех же основных элементов и узлов, таких как лента, барабаны, роlikоопоры, приводной механизм, металлоконструкции става и т. д. Однако принцип работы обоих видов конвейеров существенно отличается друг от друга. Главное отличие заключается в том, что в конструкцию канатно-ленточного конвейера (см. рис. 3.10) кроме перечисленных основных узлов входят приводные канаты, посредством которых реализуется принцип разделения несущей и тяговой функций в конвейере между лентой и приводными канатами соответственно.

Два приводных каната, к которым приложено создаваемое приводным механизмом тяговое усилие, движутся вдоль всей длины конвейера по поддерживающим блокам δ , каждая из которых имеет форму шкива. Лента 2 имеет с каждой стороны своей поверхности по два М-образных профиля, с помощью которых прочно удерживается на приводных канатах и выполняет только несущую функцию.

Использование канатов в качестве тягового органа дает канатно-ленточным конвейерам следующие неоспоримые преимущества перед традиционными ленточными конвейерами:

- высокая разрывная прочность приводных канатов позволяет выполнять одноставные конвейеры длиной до нескольких десятков километров, исключая точки перегрузки по всей длине транспортирования;
- благодаря приводным канатам лента совершает плавное движение, которое практически полностью исключает любые просыпи транспортируемого груза.

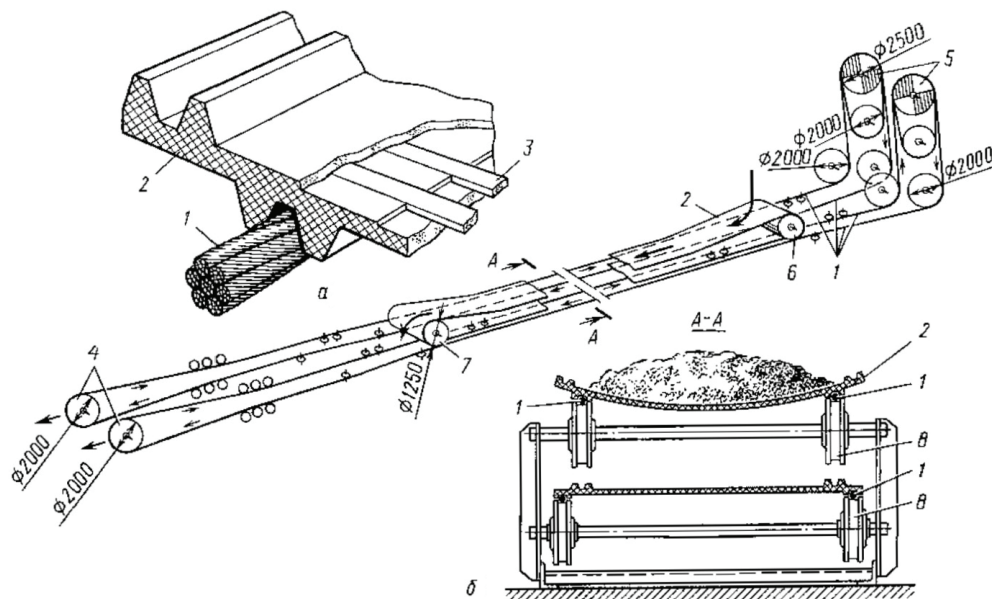


Рис. 3.10. Ленточно-канатный конвейер:

a — лента с канатом, *б* — схема конвейера; 1 — приводные канаты; 2 — конвейерная лента; 3 — поперечная рессора; 4 — натяжной шкив; 5 — приводной шкив; 6, 7 — концевые барабаны конвейерной ленты; 8 — поддерживающие канат блоки

К недостаткам следует отнести сложность и громоздкость конструкции приводных и натяжных устройств, интенсивный износ канатов, ограниченную скорость и малый допустимый угол наклона конвейера.

3.7. Ленточно-цепные конвейеры

Разновидностью ленточного конвейера, у которого лента выполняет только функции грузонесущего органа, а тяговое усилие создается одной (двумя) цепью, является ленточно-цепной конвейер. Выделя-

ют две основные группы ленточно-цепных конвейеров: с жестким соединением цепей с лентой (рис. 3.11) и с фрикционной передачей тягового усилия от цепей конвейерной ленте.

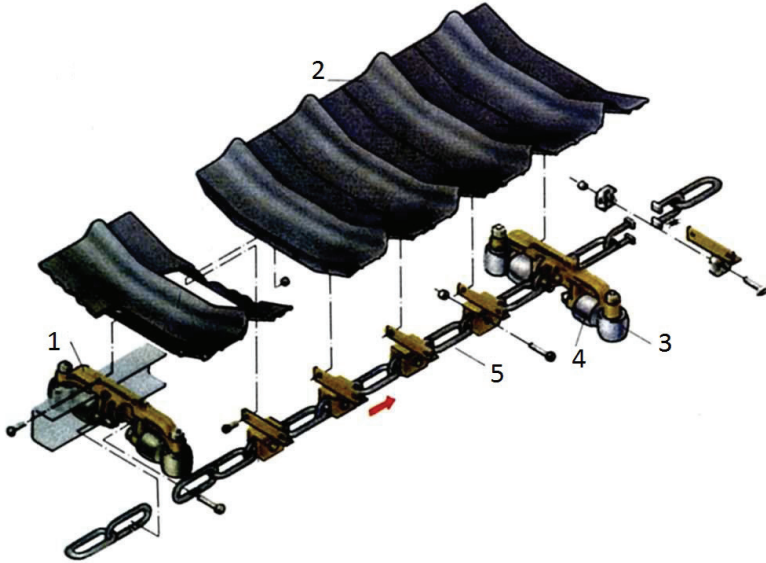


Рис. 3.11. Ленточно-цепной конвейер:

1 — каретка; 2 — лента; 3 — направляющий ролик; 4 — ходовой ролик; 5 — цепь

Привод ленточно-цепного конвейера аналогичен приводу пластинчатых конвейеров. На конечных участках конвейера, кроме звездочек, монтируют барабаны, свободно огибаемые лентой. При жестком креплении ленты к цепям применяют общее натяжное устройство для цепи и ленты. При сцеплении передаче тягового усилия ленте используют индивидуальные натяжные устройства для ленты и цепи. К преимуществам ленточно-цепных конвейеров относится возможность применения стандартной ленты, независимо от длины бесперегрузочного транспорта, так как на один неразрывной контур ленты можно установить несколько цепных контуров с отдельными приводными механизмами, работающими согласованно один с другим. Недостатками являются: ненадежность фрикционного соединения ленты с цепью из-за непостоянства коэффициента трения в условиях неизбежного загрязнения и увлажнения опорных площадок и малой сцепной массы; износ ленты и площадок от проскальзывания; ограничение скорости из-за наличия цепи и динамических нагрузок на нее; ограничение

угла наклона примерно до 10° из-за недостаточного усилия сцепления ленты с цепью [1].

Ввиду сложности конструкции, скорости движения цепей не выше 1–1,2 м/с, относительно невысокой производительности и высоких эксплуатационных расходов, а также в связи с появлением высокопрочных синтетических и резинотросовых лент ленточно-цепные конвейеры в настоящее время используются ограниченно.

3.8. Конвейеры с металлическими лентами

Ленточные конвейеры со стальной лентой. Стальную ленту из углеродистой стали можно применять для транспортирования горячих грузов с температурой до 120°C при неравномерном и до 500°C при равномерном нагреве в печи. Гладкая поверхность стальной ленты позволяет транспортировать на ней и надежно разгружать в различных промежуточных участках трассы клейкие и липкие грузы, например, влажную глину, сахар-сырец, бетон, масло и т. п. Применяются ленточные конвейеры со стальной лентой на предприятиях пищевой промышленности, при производстве бетонных плит, листов пластмассы, в моечных, сушильных, холодильных установках. Углы наклона конвейера со стальной лентой на $2\text{--}5^\circ$ меньше, чем у конвейеров с прорезиненной лентой, концевые и отклоняющие барабаны имеют больший диаметр. Концы стальной ленты соединяют внахлестку заклепками или сваркой.

Ленточные конвейеры с проволочной лентой подобны конвейерам с прорезиненной лентой, но имеют проволочную ленту различных типов, применяются для транспортирования штучных и кусковых грузов через закалочные, нагревательные, обжиговые и сушильные печи; для выпечки хлебных и кондитерских изделий; в моечных, обезвоживающих, охлаждающих, сортировочных и других установках.

Глава 4.

Расчет ленточных конвейеров

4.1. Исходные данные для расчета конвейера

Исходные данные для расчета конвейера должны содержать следующие сведения:

- 1) тип конвейера (стационарный, передвижной, реверсивный);
- 2) основное назначение конвейера;
- 3) расчетную схему трассы конвейера с указанием места расположения привода и натяжного устройства, места загрузки и разгрузки, числа устройств загрузки, наличие автоматических весов;
- 4) параметры конвейера:
 - длина горизонтальной проекции конвейера L_r , м;
 - высота подъема конвейера H , м;
 - высота подъема груза разгрузочной тележкой H_0 , м;
 - разность отметок приводного и натяжного барабанов H_1 , м, при вертикальном натяжном устройстве или промежуточном приводе;
 - угол наклона конвейера (участка) β , град;
 - производительность конвейера Q , т/ч;
- 5) характеристику транспортируемого сыпучего груза:
 - наименование груза;
 - насыпная плотность груза γ , т/м³ (см. прил. 1);
 - крупность кусков и максимальный размер куска — a_{\max} , мм;
 - доля груза с кусками максимального размера;
 - группа сыпучего груза по крупности кусков (см. табл. 4.1);
 - группа сыпучего груза по плотности (см. табл. 4.2);
 - группа сыпучего груза по подвижности частиц (см. табл. 4.3);
 - группа абразивности груза (см. прил. 1);
 - угол естественного откоса груза в покое φ , град (см. прил. 1);

- угол свободного расположения груза в поперечном сечении ленты φ_1 , град (см. табл. 4.1);
 - наибольший допустимый угол наклона конвейера β_{\max} , град;
 - влажность груза, %;
 - липкость груза и его температура;
- б) производственные условия работы конвейера и характеристика окружающей среды:
- число рабочих часов в смену $t_{\text{ч}}$, ч;
 - число рабочих смен в сутки $t_{\text{см}}$, смен;
 - число рабочих дней в году $t_{\text{год}}$, дней;
 - коэффициент готовности конвейера $K_{\text{Г}}$ (рекомендуемое значение для одного конвейера — 0,96);
 - коэффициент рабочего использования конвейера по времени $K_{\text{В}}$;
 - коэффициент неравномерности загрузки $K_{\text{Н}}$ (рекомендуемое значение для одного конвейера — 1,05–1,25);
 - место установки конвейера (на открытом воздухе, в галерее, в помещении отапливаемом или неотапливаемом);
 - способы загрузки и разгрузки конвейера;
 - напряжение электрической сети и род тока;
 - запыленность воздуха;
 - температура окружающей среды (пределы ее колебания);
 - максимальная влажность воздуха.

4.2. Определение режима работы конвейера

Режим работы конвейера определяется классами использования конвейера по времени и по производительности. Класс использования конвейера по времени характеризуется абсолютным временем и коэффициентом относительного времени работы конвейера в сутки, вычисляемым по формуле

$$K_{\text{ВС}} = \frac{t_{\text{пс}}}{t_{\text{с}}}, \quad (4.1)$$

где $K_{\text{ВС}}$ — коэффициент относительного времени плановой работы конвейера в сутки; $t_{\text{пс}}$ — плановое время работы конвейера в сутки, ч; $t_{\text{с}}$ — календарное время работы конвейера в сутки, ч.

Распределение классов использования конвейера по времени в зависимости от пределов времени работы конвейера приведено в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Классы использования конвейера по времени работы

Обозначение классов	Продолжительность работы конвейера в сутки			
	Плановое время $t_{\text{пл}}$, ч		Коэффициент $K_{\text{вс}}$	
	свыше	до	свыше	до
B1	—	5	—	0,20
B2	5	7	0,20	0,32
B3	7	16	0,32	0,63
B4	16	24	0,63	1,00
B5	—	24	—	1,0

Класс использования конвейера по производительности характеризуется коэффициентом средней нагрузки на ленту, вычисляемым по формуле

$$K_{\text{сн}} = \frac{Q}{Q_{\text{max}}}, \quad (4.2)$$

где $K_{\text{сн}}$ — коэффициент средней нагрузки на ленту; Q — средняя массовая производительность конвейера, т/ч; Q_{max} — максимальная массовая производительность конвейера, т/ч.

Распределение классов использования конвейера по производительности приведено в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Классы использования конвейера по производительности

Обозначение классов	Предел коэффициентов средней $K_{\text{сн}}$ нагрузки	
	свыше	до
H1	—	0,50
H2	0,50	0,63
H3	0,63	1,00

На основании классов использования конвейера по времени и производительности из табл. 4.3 выбирают режим работы конвейера.

Таблица 4.3

Режим работы конвейера

Режим работы		Время работы конвейера в сут-ки, смен	Классы использования конвейера по	
Обозначение	Наименование		времени	производительности
ВЛ	Весьма легкий	Менее одной	В1	Н1
				Н2
				Н3
Л	Легкий	Одна	В2	Н1
				Н2
				Н3
С	Средний	Две	В3	Н1
				Н2
				Н3
Т	Тяжелый	Три	В4	Н1
				Н2
				Н3
ВТ	Весьма тяжелый	Круглосуточно	В5	Н1
				Н2
				Н3
		Три	В4	Н3

4.3. Выбор скорости и ширины ленты

В соответствии с ГОСТ 22644–77 скорость ленты V , м/с, должна выбираться из следующего ряда нормальных чисел: 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3 м/с. Допускается отклонение от указанных числовых значений в пределах $\pm 10\%$.

Скорость ленты зависит от условий работы конвейера. К числу факторов, влияющих на выбор скорости ленты, относятся: ширина ленты, угол наклона конвейера к горизонту, физические свойства перемещаемого груза, способ загрузки и разгрузки, конструкция роlikоопор и др. Короткие конвейеры должны иметь меньшую скорость, чем магистральные, для которых целесообразно применение повышенных скоростей.

С увеличением ширины ленты повышается ее устойчивость и центрирование. Поэтому при прочих равных условиях для более широких

лент возможны более высокие скорости. Наибольшие допустимые скорости ленты при транспортировании сыпучих грузов без промежуточной разгрузки приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Наибольшие допустимые скорости ленты

Характеристика грузов	V, м/с, при ширине ленты B, мм							
	400	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Пылевидные и порошкообразные сухие пылящие (цемент, сушеный апатитовый и нефелиновый концентраты и др.)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	1,25
Кусковые хрупкие, крошение которых снижает качество (окатыши, агломерат и др.)	1,25	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0
Рыхлые вскрышные породы на открытых подработках	1,6	2,5	3,15	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Мелкокусковые, $a_{\max} < 80$ мм	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	4,0	5,0	5,0
Среднекусковые, $a_{\max} < 160$ мм	1,6	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	4,0	4,0
Среднекусковые, $a_{\max} = 160-350$ мм	—	—	—	2,0	2,5	2,5	3,15	3,15
Крупнокусковые, $a_{\max} > 350$ мм	—	—	—	—	2,0	2,0	2,5	3,15

Примечание. Выбираемая скорость ленты должна быть увязана с изготавливаемым конвейерным оборудованием.

Для конвейеров длиной до 30–50 м скорость ленты должна быть не более 2 м/с, в противном случае при транспортировании ряда грузов возникает проблема уборки просыпи.

Ширина ленты определяется из условий оптимального заполнения формы поперечного сечения верхней ветви и обеспечения прочности ленты.

Рекомендуемая ширина ленты для сыпучих грузов вычисляется по формуле

$$B = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{Q \cdot K_H}{K_B \cdot K_T \cdot V \cdot K_{\Pi} \cdot K_z}} + 0,05 \right), \quad (4.3)$$

где B — ширина ленты конвейера, м; K_T — коэффициент готовности конвейера по времени, равный отношению фактического времени работы конвейера к плановому в смену; обычно принимают $K_B = 0,7-0,95$ (по указанию заказчика в зависимости от организации и технологии

производства); K_B — коэффициент рабочего использования конвейера по времени; K_H — коэффициент неравномерности загрузки; K_{Π} — коэффициент площади сечения насыпного груза на ленте (табл. 4.5); V — скорость движения ленты, м/с; K_{β} — коэффициент уменьшения сечения груза на наклонном конвейере (табл. 4.6).

Величина коэффициента неравномерности загрузки конвейерной линии K_H зависит от характера организации грузопотока. При равномерном грузопотоке $K_H = 1,0$ – $1,2$, а величина коэффициента неравномерности определяется по графику подачи груза на конвейер. Ориентировочно принимают $K_H = 1,5$ – $2,0$.

Таблица 4.5

Коэффициент K_{Π} для насыпных грузов различной подвижности

Тип роlikоопоры	Угол наклона боковых роlikов α , град	Коэффициент K_{Π} при расчетном угле φ_1 расположения груза в поперечном сечении ленты, град, и группе подвижности груза		
		10 (легкой)	15 (средней)	20 (малой)
Прямая	0	158	240	328
Желобчатая, трех-роlikовая	20	393	470	550
	30	480	550	625
	45	580	633	692

Таблица 4.6

Коэффициент K_{β} транспортирования насыпных грузов различной подвижности на ленте с резиновой гладкой рабочей поверхностью

Группа подвижности частиц груза	Коэффициент K_{β} при угле наклона конвейера β , град				
	1–5	6–10	11–15	16–20	21–24
Легкая	0,95	0,90	0,85	0,80	—
Средняя	1,0	0,97	0,95	0,90	0,85
Малая	1,0	0,98	0,97	0,95	0,90

Примечание. Значения коэффициента K_{β} действительны только в пределах допускаемых углов наклона конвейера для каждого конкретного груза; при превышении максимального допускаемого угла наклона производительность конвейера резко понижается.

По ГОСТ 22645–77 угол наклона боковых роlikоопор рабочей ветки ленты составляет 10, 20, 30° для конвейеров с шириной ленты 400–800 мм и 10, 20, 30, 45° — для конвейеров с шириной ленты 1000–2000 мм. С целью сокращения типоразмеров желобчатые роlikоопоры

нового ряда (прил. 2) имеют угол наклона боковых роликов верхней ветви ленты $\alpha'_p = 30^\circ$.

В настоящее время в конвейерах общего назначения широко применяются роlikоопоры с углом $\alpha'_p = 20^\circ$, что учтено в табл. 4.5. При выборе роlikоопор необходимо иметь в виду, что применение роlikоопор с углом $\alpha'_p = 30^\circ$ по сравнению с роlikоопорами с $\alpha'_p = 20^\circ$ увеличивают производительность конвейера на 15–20 %, а для грузов с повышенной влажностью — до 25 %. Применение роlikоопор с $\alpha'_p = 30^\circ$ также увеличивает устойчивость ленты против ее схода, что способствует уменьшению просыпи. По этой причине применение данных роlikоопор, стоимость которых существенно не отличается от стоимости роlikоопор с углом $\alpha'_p = 20^\circ$, предпочтительнее, включая случаи, когда по производительности достаточны роlikоопоры с $\alpha'_p = 30^\circ$.

Для конвейеров малой длины (до 10–15 м) использование роlikоопор с $\alpha'_p = 30^\circ$ менее эффективно, так как значительная часть длины приходится на переходные участки от плоской формы ленты в желобчатую и наоборот. Плоская форма сечения рабочей ветви ленты применяется только на участках установки плужковых сбрасывателей или при ручной сортировке. В этих случаях участки трассы с плоской лентой должны быть горизонтальными или с углом наклона β до 10° .

Ширина ленты, полученная по формуле (2.3), округляется до ближайшего большего стандартного значения. Стандартные значения ширины ленты по ГОСТ 22644–77 выбираются из нормативного ряда: 300, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500, 3000 мм.

При транспортировании сыпучих грузов ширина ленты проверяется на крупность кусков. В табл. 4.7 приведены допустимые наибольшие размеры кусков a_{\max} груза в зависимости от их содержания в грузе по массе для лент различной ширины. Если из условия размера наибольших размеров груза ширина ленты должна быть увеличена, то целесообразно рассмотреть вопрос об уменьшении ее скорости, что улучшит условия работы конвейера.

Таблица 4.7

Допускаемые наибольшие размеры кусков груза

Ширина ленты, мм	a_{\max} , мм, при их содержании в грузе по массе, %						
	рядовой груз				сортированный груз		
	5	10	20	50	80	90	100
400	150	100	90	70	70	60	60
500	200	150	120	90	90	80	80

Окончание табл. 4.7

Шири- на лен- ты, мм	a_{\max} , мм, при их содержании в грузе по массе, %						
	рядовой груз				сортированный груз		
	5	10	20	50	80	90	100
650	250	220	150	130	100	100	100
800	350	300	250	180	180	180	160
1000	400	400	300	210	200	200	200
1200	500	450	400	320	300	280	250
1400	600	550	450	360	350	330	300
1600	700	650	550	430	400	350	320
2000	800	750	700	550	450	400	400

4.4. Методы расчета ленточных конвейеров

Для того чтобы выбрать привод, типоразмер ленты, натяжное устройство и другие параметры конвейера, а также определить натяжение ленты в различных точках трассы, необходимо произвести расчет конвейера одним из двух существующих методов.

Приближенный метод. Этот метод расчета прост, но позволяет определить мощность привода, типоразмер ленты и массу груза натяжного устройства лишь приближенно: либо с некоторым завышением этих параметров, либо с занижением. Тяговый расчет (определение натяжений ленты в характерных точках трассы конвейера) этого метода не позволяет определить натяжение ленты в точках перехода прямых участков ленты в криволинейные и точках набегания и сбегания ленты с барабанов, кроме приводного. Усилия на натяжном барабане определяют по эмпирическим формулам.

Уточненный метод расчета более трудоемкий, но тяговый расчет этого метода позволяет определить натяжения ленты во всех характерных точках трассы конвейера, что делает его результаты более точными по сравнению с результатами приближенного метода.

Расчеты приближенным и уточненным методами могут выполняться для различных режимов работы конвейера и условий его загрузки.

Расчетными режимами работы конвейера являются:

I — пусковой с грузом, при котором производительность Q равна заданному расчетному значению;

II — установившийся с грузом, при котором Q равно заданному расчетному значению;

III — пусковой без груза, при котором $Q = 0$;

IV — установившийся без груза, при котором $Q = 0$.

Приближенный метод расчета выполняется для режима II, уточненный для режимов I и II.

4.5. Приближенный метод расчета ленточных конвейеров

4.5.1. Расчет привода

Расчет привода и другие расчеты производятся для установившегося режима работы загруженного конвейера (режим II). Необходимое расчетное окружное (тяговое) усилие P , Н, на ободе приводного барабана (общее усилие сопротивления движению ленты) загруженного горизонтального конвейера и конвейера, работающего на подъем в установившемся режиме, определяется формулой*

$$P = K_d \cdot L_{\Gamma} \cdot w \cdot (q_{\Gamma} + q_{PB} + q_{PH} + 2 \cdot q_L) + q_{\Gamma} \cdot (H + H_0), \quad (4.4)$$

где K_d — коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления движению ленты по роликам, барабанам, в местах загрузки; L_{Γ} — длина горизонтальной проекции конвейера, м; w — коэффициент сопротивления движению ленты по роликоопорам и барабанам; q_{Γ} — погонная нагрузка от массы транспортируемого груза, Н/м; q_{PB} , q_{PH} — погонные нагрузки от массы вращающихся частей роликоопор соответственно верхней и нижней ветвей ленты, Н/м; q_L — погонная нагрузка от массы ленты, Н/м; H — высота подъема конвейера, м; H_0 — высота подъема груза разгрузочной тележкой, м.

Коэффициент K_d выбирают в зависимости от длины конвейера L_{Γ} по табл. 4.8. Для наклонных конвейеров длиной 100 м и более коэффициент K_d необходимо умножить на дополнительный коэффициент K'_d , который принимается по табл. 4.9.

* В дальнейшем P — окружное усилие на приводном барабане при установившемся режиме.

Таблица 4.8

Коэффициент учета дополнительных сопротивлений движению ленты

$L_{\Gamma}, \text{ м}$	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35
$K_{\text{д}}$	6	5,1	4,5	4,2	3,9	3,7	3,4	3,2	2,9	2,6	2,4
$L_{\Gamma}, \text{ м}$	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200
$K_{\text{д}}$	2,35	2,2	2,1	2,0	1,9	1,75	1,7	1,6	1,55	1,5	1,45
$L_{\Gamma}, \text{ м}$	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$K_{\text{д}}$	1,38	1,32	1,28	1,24	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13	1,12	1,114
$L_{\Gamma}, \text{ м}$	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	2000
$K_{\text{д}}$	1,104	1,097	1,095	1,09	1,087	1,079	1,072	1,068	1,06	1,06	1,05

Таблица 4.9

Дополнительный коэффициент для наклонных конвейеров

$L, \text{ м}$	100	150	200	300	400	500	600	700
$K'_{\text{д}}$ при $n = 3; 4$	1,04	1,13	1,15	1,3	1,35	1,42	1,47	1,53
$K'_{\text{д}}$ при $n = 8; 10$	1,21	1,31	1,42	1,54	1,61	1,66	1,69	1,81

Примечание. Здесь n — число перегибов ленты на приводных барабанах и выпуклых участках трассы верхней и нижней ветви ленты.

Коэффициент сопротивления движению ленты w по роlikоопорам и барабанам является важнейшим показателем, определяющим работу конвейера. Он зависит от типа и конструкции рассматриваемого узла, условий и температуры окружающей среды, режима работы конвейера, качества изготовления, монтажа и др. Значения w приведены в табл. 4.10.

Погонная нагрузка от массы транспортируемого груза q_{Γ} определяется по формуле

$$q_{\Gamma} = 2,73 \cdot \frac{Q \cdot K_{\text{н}}}{V \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\Gamma}}, \quad (4.5)$$

где Q — средняя массовая производительность конвейера, т/ч; $K_{\text{н}}$ — коэффициент неравномерности загрузки; V — скорость ленты конвейера, м/с; $K_{\text{в}}$ — коэффициент рабочего использования конвейера по времени; K_{Γ} — коэффициент готовности конвейера.

Погонные нагрузки от массы вращающихся частей роlikоопор верхней и нижней ветвей ленты вычисляются соответственно по формулам:

$$q_{PB} = \frac{m_{PB} \cdot g}{l_{PB}}, q_{HB} = \frac{m_{HB} \cdot g}{l_{HB}}, \quad (4.6)$$

где m_{PB} , m_{PH} — массы вращающихся частей роlikоопор соответственно верхней и нижней ветви ленты, кг; l_{PB} , l_{PH} — расстояния между роlikоопорами соответственно верхней и нижней ветви ленты (шаг роlikоопор), м; g — ускорение свободного падения; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Таблица 4.10

Коэффициент сопротивления w

Место установки конвейера	Условия окружающей среды	Значение w при режимах работы	
		пусковых (режимы I, III)	установившихся (режимы II, IV)
Отапливаемое помещение	Низкая влажность, без пыли	0,03	0,02
	Нормальная влажность, небольшое количество пыли	0,037	0,025
	Нормальная влажность, большое количество абразивной пыли	0,052	0,035
	Повышенная влажность, большое количество абразивной пыли	0,06	0,04
Неотапливаемое помещение	Нормальная влажность, абразивная пыль, температура воздуха до 1°C	0,052	0,035
	Повышенная влажность, абразивная пыль, температура воздуха до 1°C	0,06	0,04
	Повышенная влажность, абразивная пыль, температура воздуха до 1°C	0,09	0,06
	Повышенная влажность, абразивная пыль, температура воздуха до -10°C		

Примечание. Коэффициент w дан для нагруженной верхней ветви ленты конвейера. Для нижней его значения будут на 10–15 % меньше. В расчетах для всего конвейера единое значение коэффициента принимают с некоторым запасом.

Рекомендации по выбору диаметров роlikов роlikоопор верхней d_{PB} и нижней d_{PH} ветвей ленты и их масс m_{PB} и m_{PH} в зависимости от насыпной плотности транспортируемого груза приведены в табл. 4.11.

Расстояние между роlikоопорами на верхней ветви ленты конвейера определяется шириной ленты, насыпной плотностью транспортируемого груза, а также зависит от провисания ленты между роlikоопорами и места установки роlikоопор. За основной размер принимается расстояние l_{PB} между роlikоопорами в средней части конвейера, реко-

мендуемые значения которого в зависимости от ширины ленты и насыпной плотности груза приведены в табл. 4.12.

Таблица 4.11

**Массы вращающихся частей и диаметры роликов роlikоопор
верхней и нижней ветвей ленты**

Насыпная плотность груза γ , т/м ³	Па- раме- тры	m_{PB}, m_{PH} , кг, и d_{PB}, d_{PH} , м при ширине ленты B , мм								
		400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Верхняя ветвь ленты										
< 1,6	m_{PB}	10	11,5	12,5	17,9	20,7	24,3	47,5	63	—
	d_{PB}	102	102	102	127	127	127	159	159	—
$\geq 1,6$	m_{PB}	—	—	—	38	43	50	86,5	92,8	104
	d_{PB}	—	—	—	159	159	159	194	194	194
Нижняя ветвь ленты										
< 1,6	m_{PH}	6	7,5	10,5	19	21,5	26	40,1	43,7	—
	d_{PH}	102	102	102	127	127	127	159	159	—
$\geq 1,6$	m_{PH}	—	—	—	25	28	31	71,2	97	119
	d_{PH}	—	—	—	159	159	159	159	194	194

Примечание. Массы m_{PB} и m_{PH} даны для рядовых роlikоопор.

Таблица 4.12

**Расстояние между роlikоопорами l_{PB} в средней части рабочей ветви
при транспортировании сыпучих грузов**

Ши- рина ленты, мм	Расстояние между роlikоопорами l_{PB} , м, при плотности груза γ , т/м ³						
	до 0,50	от 0,51 до 0,80	от 0,81 до 1,20	от 1,21 до 1,60	от 1,61 до 2,00	от 2,01 до 2,50	свыше 2,50
400	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
500	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2
650	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
800	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1
1000	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1200	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1400	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1600	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
2000	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0

Примечание. При транспортировании на конвейере нескольких грузов с разной плотностью расстояние между роlikоопорами выбирается по грузу с наибольшей плотностью.

Расстояние между роlikоопорами роlikовых батарей на рабочей ветви для отклонения ленты на выпуклых кривых уменьшается в два раза по сравнению с размерами, указанными в табл. 4.12. На батарее должно быть установлено не менее трех роlikоопор.

При транспортировании на конвейере средне- и крупнокусовых грузов любой плотности и мелкокусовых грузов с плотностью $2,5 \text{ т/м}^3$ и более в зоне загрузочного устройства должны устанавливаться не менее 3–5 амортизирующих роlikоопор. Расстояние между амортизирующими роlikоопорами в зоне загрузочного устройства вычисляется по формуле

$$l_{PA} = d_{PB} + (0,1 \dots 0,2), \quad (4.7)$$

где d_{PB} — диаметр ролика амортизирующей роlikоопоры, м.

Роlikоопоры нижней ветви в большинстве случаев устанавливают на кронштейнах стоек средней части конвейеров, шаг которых l_{PH} принимается равным на прямых и вогнутых участках трассы 2,4–3,0 м, на выпуклых участках 1,0–1,5 м.

Типоразмеры роlikоопор для конвейеров с $B = 800–1200$ м даны в прил. 2.

Погонная нагрузка от массы ленты вычисляется по формуле

$$q_L = m_L \cdot g, \quad (4.8)$$

где m_L — масса одного метра ленты, кг.

Массы одного метра лент серийного производства приведены в ГОСТ 20–85, а также в прил. 3. Для предварительного расчета, когда неизвестно число прокладок ленты, массу одного метра ленты можно принять по табл. 4.13.

Таблица 4.13

Средние погонные нагрузки от массы ленты

Лента	q_L , Н/м, при ширине ленты B , мм								
	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Резинотканевая	45	90	110	140	166	200	240	280	345
Резинотросовая	—	—	—	—	—	475	575	750	785

Приводной фрикционный барабан ленточного конвейера имеет две характеристики: прочностную и фрикционную.

Прочностная характеристика приводного барабана характеризуется допустимым крутящим моментом на валу барабана M_{KP} , Нм, или допустимым окружным усилием барабана $P_{доп}$, Н, а также допусти-

мой нагрузкой $S_{б. доп}$, Н, от натяжения ленты на подшипники барабана для установившегося режима работы конвейера.

Фрикционная характеристика приводного барабана определяется фрикционными свойствами его поверхности — металлической или футерованной. В зависимости от состояния соприкасающихся поверхностей барабана и ленты и атмосферных условий при эксплуатации она характеризуется коэффициентом сцепления μ ленты с барабаном.

Номинальный диаметр D приводных и не приводных барабанов ленточных конвейеров по ГОСТ 22664–77 составляет: 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1400; 1600; 2000; 2500 мм.

Типоразмеры приводных барабанов конвейеров общего назначения с шириной ленты до 1200 мм и их прочностная характеристика приведены в табл. 4.14.

Таблица 4.14

Прочностная характеристика приводных барабанов

Ширина ленты B , мм	Типоразмер приводного барабана	Допустимые			Варианты допустимых сочетаний значений окружного усилия и нагрузки на барабан, Н					
		крутящий момент $M_{кр}$, кН·м	окружное усилие $P_{доп}$, кН	нагрузка на барабан $S_{б. доп}$, кН	$P_{доп}$	$S_{б. доп}$	$P_{доп}$	$S_{б. доп}$	$P_{доп}$	$S_{б. доп}$
					I		II		III	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	4025Г-40	0,38	3,04	7,00	2,74	7,42	2,43	7,91	2,13	8,40
	4031,5Г-50	0,94	5,97	14,0	5,37	14,8	4,78	15,80	4,18	16,80
	4040Г-60	1,60	8,00	19,0	7,20	20,10	6,40	21,50	5,60	22,80
500	5025Г-40	0,35	2,80	6,80	2,52	7,20	2,24	7,68	1,96	8,16
	5031,5Г-50	0,89	5,65	13,00	5,08	13,80	4,52	14,70	3,95	15,60
	5040Г-60	1,60	8,00	19,00	7,20	20,10	6,40	21,50	5,60	22,80
	5050Г-80	3,50	14,00	33,00	12,60	34,50	11,20	37,30	9,80	39,60
	5053Г-80	4,50	14,28	33,00	12,80	34,50	11,40	37,30	10,00	39,60
	5063Ф-80	5,20	16,50	25,00	14,90	26,00	13,20	27,00	11,50	28,00
	5063Ф-80-2									
650	6525Г-40	0,36	2,88	6,70	2,59	7,10	2,30	7,57	2,02	8,04
	6531,5Г-50	0,88	5,59	13,00	5,03	13,80	4,47	14,70	3,91	15,6
	6540Г-60	1,60	8,00	19,00	7,20	20,10	6,40	21,50	5,60	22,80
	6550Г-80	3,50	14,00	33,00	12,60	35,00	11,18	37,30	9,80	39,60
	6563Г-80	4,40	10,00	33,00	12,60	35,00	11,18	37,30	9,78	39,60
	6563Ф-80	5,20	10,50	25,00	14,85	26,00	13,21	27,00	11,56	28,00
	6563Ф-100	10,00	31,70	48,00	28,57	49,92	25,4	51,80	22,20	53,76
	6563Ф-100-2									

Окончание табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
800	8040Г-60	0,12	0,60	1,44	0,54	15,26	0,48	16,27	0,42	17,28
	8050Г-80	0,29	11,60	27,00	10,44	28,62	0,29	30,50	8,12	32,40
	8063Г-100	0,60	19,60	45,00	17,10	47,70	15,24	50,85	13,30	54,00
	8063Φ-100	0,83	26,30	40,00	23,70	41,60	21,08	43,20	18,40	44,80
	8080Φ-120	16,00	40,00	64,00	36,00	66,56	32,00	69,10	28,00	71,68
	8080Φ-160 8080Φ-160-2	34,00	85,00	135,0	76,50	140,0	68,00	145,8	59,50	151,2
1000	10040Г-60	1,15	5,75	13,70	5,17	14,50	4,60	15,48	4,02	16,40
	10050Г-80	2,80	11,20	26,00	10,10	27,56	8,96	29,38	7,84	31,20
	10063Г-100	5,80	18,40	42,80	16,57	45,37	14,70	48,36	12,89	51,36
	10063Φ-100	8,00	25,40	38,00	22,86	39,50	20,30	41,00	17,78	42,56
	10080Φ-120	16,00	40,00	63,00	36,00	65,50	32,00	68,00	28,00	70,56
	10080Φ-160 10080Φ-160-2	34,00	85,00	137,0	76,50	142,5	68,00	148,0	59,50	163,4
	100100Φ-180 100100Φ-180-2	53,00	106,0	162,0	954,0	168,5	84,80	175,0	74,2	181,4
	100125Φ-200 100125Φ-200-2	102,0	163,2	254,0	146,9	264,2	130,6	274,3	114,2	284,5
1200	12040Г-60	1,05	5,25	12,30	4,72	13,00	4,20	13,90	3,67	14,76
	12050Г-80	2,50	10,00	24,00	9,00	25,40	8,00	27,12	7,00	28,80
	12063Г-100	5,30	16,80	40,00	15,10	42,40	13,46	45,20	11,77	48,00
	12063Φ-100	7,40	23,49	35,00	21,10	36,40	18,79	37,80	16,40	39,20
	12080Φ-120	16,00	40,00	66,00	36,00	68,60	32,00	71,28	28,00	73,90
	12080Φ-160 12080Φ-160-2	32,00	80,00	130,0	72,00	135,2	64,00	140,4	56,00	145,6
	120100Φ-180 120100Φ-180-2	53,00	106,0	160,0	95,40	166,4	84,80	172,8	74,2	179,2
	120125Φ-200 120125Φ-200-2	102,0	163,2	254,0	146,9	264,2	130,6	274,3	114,2	284,5
	120160Φ-220 120160Φ-220-2	139,0	173,7	270,0	156,4	280,8	139,0	291,6	121,6	302,4
	120160Φ-280 120160Φ-280-2	234,0	292,5	456,0	263,2	474,2	234,0	492,5	204,8	510,7

В условное обозначение типоразмера приводного барабана для конвейеров с шириной ленты до 1400 мм входят: ширина ленты B , см, диаметр барабана D , см, — без учета футеровки; индексы Г (гладкий) или Φ (футерованный), а также диаметр подшипника, мм. Например, 140125 Φ–160. Приводные барабаны с двумя консольными валами в обозначении имеют дополнительный индекс 2.

Условное обозначение типоразмера ленточного конвейера соответствует обозначению типоразмера приводного барабана, но без буквенных индексов. Например, 140125–160.

По полученным расчетным усилию P и нагрузке S (см. п. 4.5.2) для установившегося режима из табл. 4.14 для данной ширины ленты выбирается типоразмер приводного барабана и конвейера.

При этом расчетные значения P и S не должны превышать соответствующие табличные значения $P_{\text{доп}}$ и $S_{\text{б. доп}}$, т. е. хотя бы один из вариантов таблицы должен быть равен или больше расчетных значений P , F_0 и S для данной ширины ленты.

Если P и S превышают табличные значения для данной ширины ленты, то выбирают большую ширину. Если приводной барабан сконфигурирован с приводным механизмом (мотор-барабан), то характеристикой этого привода будет его тяговая способность, т. е. развиваемое приводом окружное (тяговое) усилие, мощность двигателя и передаточное число редуктора.

Преимущества и возможности мотор-барабана:

- малые габариты и вес, что удобно для применения в переносных и передвижных конвейерах;
- наружный корпус мотор-барабана полностью герметичен, что является необходимым требованием к эксплуатации механизмов в условиях повышенной влажности, агрессивности внешней среды, а также обеспечивает соблюдение необходимых норм при работе на предприятиях пищевой промышленности.

Мотор-барабан (МБ) (см. рис. 4.1) представляет собой механизм, включающий в себя встроенный электродвигатель, редуктор, клеммную коробку для подключения электропитания 3-фазной сети.

Мотор-барабаны применяются в качестве приводов конвейеров различного назначения. Допускается как постоянная, так и переменная нагрузка в пределах допускаемого крутящего момента. Вращение барабана возможно в любую сторону.

Параметры приводных и мотор-барабанов [14] приведены в прил. 4.

При необходимости расчетный крутящий момент на валу приводного барабана, M , определяют по формуле

$$M'_{\text{кр}} = P \cdot \frac{D}{2}, \quad (4.9)$$

где D — диаметр приводного барабана, м.

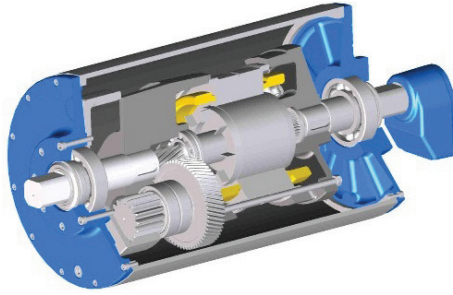


Рис. 4.1. Мотор-барабан (МБ)

Расчетную мощность двигателя привода, кВт, определяют по формуле

$$N_p = \frac{P \cdot V \cdot K}{1000\eta}, \quad (4.10)$$

где K — коэффициент неучтенных потерь; для приводов мощностью до 50 кВт $K = 1,15–1,2$; мощностью более 50 кВт $K = 1,1–1,15$; причем большие значения — для горизонтальных и слабонаклоненных конвейеров; η — общий КПД привода конвейера, в который входят редуктор, барабан; для загруженного конвейера с двухступенчатым редуктором (режим I, II) $\eta = 0,8–0,92$; ненагруженного конвейера (режимы III, IV) $\eta_x = 0,65–0,7$.

Тяговая способность привода (окружное усилие P) может быть увеличена путем применения двух- или трехбарабанного привода, у которого общее окружное усилие, развиваемое приводом, $P = P_1 + P_2$, где P_1 и P_2 — окружные усилия отдельных барабанов. Количество приводных барабанов принимается на основании расчета, опыта проектирования или аналогов.

Мощность двигателей двухбарабанного привода, расположенных рядом друг с другом (на одной раме), распределяется в зависимости от распределения окружных усилий, развиваемых на первом и втором приводных барабанах.

$$N_p = N_1 + N_2 = \frac{P_1 \cdot V \cdot K}{1000\eta} + \frac{P_2 \cdot V \cdot K}{1000\eta}.$$

Расчетная частота вращения приводного барабана n_b , об/мин, (без учета толщины ленты) определяется по формуле

$$n_b = \frac{60V}{\pi D}. \quad (4.11)$$

Расчетное передаточное число редуктора

$$i_p = \frac{n}{n_b}, \quad (4.12)$$

где n — синхронная частота вращения двигателя, об/мин.

На основании принятой скорости ленты V , расчетной мощности двигателя N_p и расчетного передаточного числа редуктора i_p подбирается приводной механизм: двигатель (тип, номинальная мощность N и синхронная частота вращения n), редуктор (тип, передаточное число, допустимый крутящий момент или подводимая мощность), муфты.

Характеристики двигателей [13], редукторов [12] и муфт приведены соответственно в прил. 7, 8 и 9.

4.5.2. Выбор типоразмера ленты

Ленту, ширина которой была выбрана из условия оптимального использования формы ее сечения в пункте 4.3, проверяют на прочность [4]. По результатам расчета с учетом характеристики груза и условий эксплуатации окончательно выбирают типоразмер, тип и вид ленты.

По типу тягового каркаса и прочности промышленность выпускает два вида конвейерных лент — резинотканевые с различным количеством тканевых прокладок и резинотросовые. В диапазоне прочности от 150 до 400 Н/мм ширины ленты резинотканевые и резинотросовые ленты имеют одинаковую прочность и возможен выбор того или иного вида ленты.

Достоинства резинотканевых лент: возможность большого набора лент по прочности со сравнительно небольшими ступенями различия, универсальность выполнения стыкового соединения, повышенная стойкость к продольным порывам, повышенная амортизирующая способность при динамических нагрузках.

Недостатки резинотканевых лент: высокие (до 4 %) удлинения при рабочих нагрузках, повышенные размеры диаметра барабана при большом количестве прокладок.

Достоинства резинотросовых лент: высокая прочность, малое удлинение при рабочих нагрузках (до 0,25 %), повышенная долговечность.

Недостатки резинотросовых лент: большая масса, сложность изготовления стыкового соединения концов ленты (только вулканиза-

ция), меньшая (по сравнению с резинотканевыми лентами) стойкость к продольным порывам и перегибам в вертикальной плоскости, увеличенные радиусы перегибов.

Расчет ленты на прочность производится по максимальному ее натяжению S_{\max} при работе конвейера в установившемся режиме.

В зависимости от расположения привода натяжение S_{\max} может быть в различных точках трассы конвейера. Например, при однобарабанном приводе, расположенном в головной части горизонтального или наклонного конвейера, S_{\max} находится в точке набегания ленты на приводной барабан, натяжение в которой обозначается $S_{\text{НБ}}$. В этом случае $S_{\max} = S_{\text{НБ}}$ (рис. 4.2, а). При промежуточном приводе наклонных конвейеров S_{\max} находится на головном барабане, т. е. $S_{\text{НБ}} < S_{\max}$ (рис. 4.2, б).

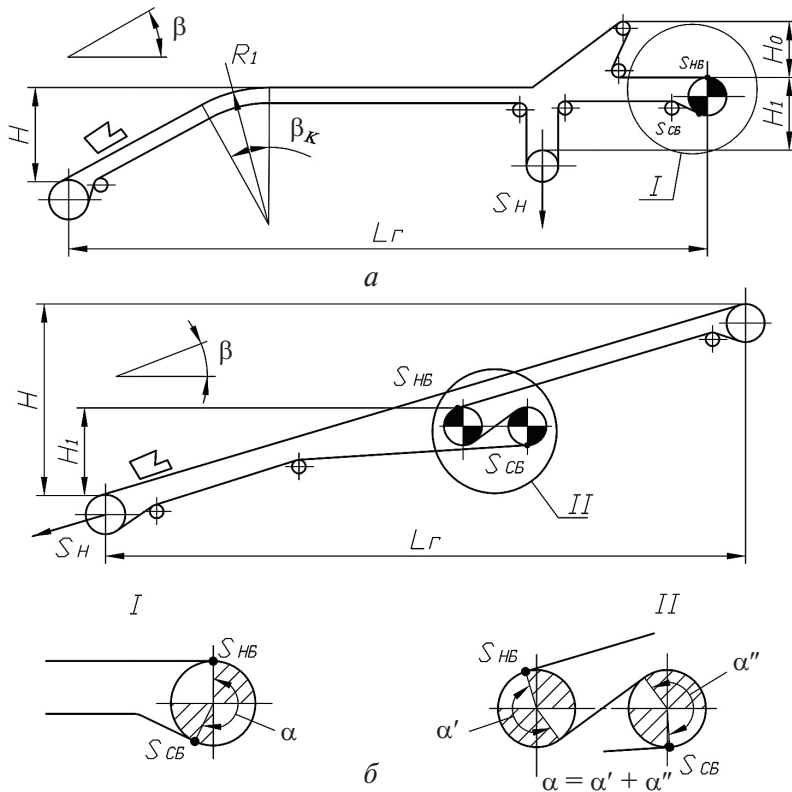


Рис. 4.2. Расчетные схемы трассы конвейера для приближенного расчета:
 а — с приводом в головной части конвейера и разгрузочной тележкой; б — с двухбарабанным промежуточным приводом; $S_{\text{НБ}}$, $S_{\text{СБ}}$ — натяжения ленты соответственно в точках набегания и сбегания на приводной барабан; α — угол обхвата приводного барабана лентой;
 e — основание натурального логарифма, $e = 2,72$

В данном методе расчета натяжение $S_{НБ}$, Н, определяется по формуле

$$S_{НБ} = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} P \cdot K_3, \quad (4.13)$$

где $e^{\mu\alpha}$ — тяговый фактор приводного барабана, который устанавливает соотношение между натяжениями ветвей ленты, набегающей на приводной барабан и сбегающей с него, и зависит от фрикционной характеристики барабана, определяемой коэффициентом сцепления ленты с барабаном μ и углом обхвата барабана лентой α , рад; P — окружное (тяговое) усилие на приводном барабане, Н; K_3 — коэффициент запаса; $K_3 = 1,1–1,2$.

Тяговый фактор двухбарабанного привода имеет вид

$$e^{\mu(\alpha' + \alpha'')}, \quad (4.14)$$

где α' и α'' — углы обхвата лентой соответственно первого и второго барабанов.

Значения коэффициента μ в зависимости от фрикционных свойств поверхности приводных барабанов, состояния соприкасающихся поверхностей барабана и ленты, а также атмосферных условий приведены в табл. 4.15.

Таблица 4.15

Коэффициент сцепления ленты с барабаном μ

Поверхность приводного барабана	Состояние соприкасающихся поверхностей барабана и ленты	Атмосферные условия	Коэффициент μ
Стальная без футеровки	Чистые	Сухо	0,35
	Пыльные	Сухо	0,3
	Загрязненные нелипкими грузами (песок, уголь)	Влажно	0,2
	Загрязненные липкими грузами (глина); обледенение	Влажно, морозно	0,1
Футерованная прорезиненной лентой	Чистые	Сухо	0,4
	Пыльные	Сухо	0,35
	Загрязненные нелипкими грузами (песок, уголь)	Влажно	0,25
	Загрязненные липкими грузами (глина)	Влажно, морозно	0,1
Футерованная резиной	Чистые	Сухо	0,5
	Пыльные	Сухо	0,45
	Загрязненные нелипкими грузами (песок, уголь)	Влажно	0,35
	Загрязненные липкими грузами (глина)	Влажно, морозно	0,15

При выборе угла обхвата приводного барабана можно считать, что для однобарабанного привода $\alpha = 210^\circ$, для двухбарабанного $\alpha = 410^\circ$.

Натяжение ленты в точке сбегания ее с приводного барабана (минимальное) S_{CB} , Н, находят по формуле

$$S_{CB} = S_{HB} - P. \quad (4.15)$$

Сумма натяжений S_{HB} и S_{CB} определяет нагрузку от натяжения ленты на барабан S , которая, как указано ранее (пункт 4.5.1), используется при выборе типоразмера приводного барабана по табл. 4.14

$$S = S_{HB} + S_{CB}. \quad (4.16)$$

Таблица 4.16

Запас прочности резинотканевых лент по ГОСТ 20–85

Вид ленты	Угол наклона конвейера β , град	Число прокладок z	n_0 при K_p , Н/мм ширины прокладки					
			400	300	200	150	100	55
Общего назначения, морозостойкая, негорючая для угольных шахт	До 10	≤ 5	8,0	8,3	8,0	8,3		7,8
		> 5	8,8	9,1		9,4	9,1	9,2
	Более 10	≤ 5	8,8	9,1		9,4	9,1	9,2
		> 5	10	10				
Теплостойкая	Любой	Любое	—	10				
Повышенной теплостойкости		Любое	—	20				19,6

Расчетное число прокладок резинотканевой ленты z_p определяется по формуле

$$z_p = \frac{S_{\max} n_0}{B \cdot K_p}, \quad (4.17)$$

где n_0 — запас прочности ленты на разрыв, принимаемый по табл. 4.16 в зависимости от угла наклона конвейера β , град, числа прокладок ленты z_p и номинальной прочности тканевых прокладок K_p ; при несоответствии принятого значения n_0 полученному z_p расчет по формуле (4.17) повторяют для нового значения n_0 .

С учетом характеристики транспортируемого груза, условий эксплуатации конвейера и полученного z_p выбирают типоразмер ленты (см. табл. 4.17 и прил. 3), с числом прокладок z и массой q_d , кг/м.

Таблица 4.17

Общие данные о резинотканевых лентах по ГОСТ 20—85

Тип ленты	Основные характеристики ленты	Вид транспортируемого материала, груза	Вид ленты	Обозначение ленты	Тип ткани тяговой прокладки каркаса с прочностью по основе K_p , Н/мм	Класс резины на ружных обкладках	Температура окружающего воздуха, °С	Ширина ленты, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Многопрокладочная, с двухсторонней резиновой обкладкой и защитной или брекерной прокладкой под резиновой обкладкой рабочей поверхностью и резиновыми бортами	Руды черных и цветных металлов, крепкие горные породы кусками $a_{\max} < 500$ мм	Общего назначения	1.1	Синтетические, 400	А	от -45 до +60	1000—2000
			Морозостойкая	1.1М		Б	от -60 до +60	
		Известняк, доломит с a_{\max} до 500 мм, руды черных и цветных металлов кусками a_{\max} до 350 мм и другие крупно кусковые материалы	Общего назначения	1.2	Синтетические, 200—400	А	от -45 до +60	800
			Морозостойкая	1.2М		Б	от -60 до +60	
2	Многопрокладочная, с двухсторонней резиновой обкладкой и резиновыми бортами	Уголь кусками a_{\max} до 700 мм и породы a_{\max} до 500 мм, антрацит кусками a_{\max} до 700 мм или породы a_{\max} до 500 мм	Трудновоспламеняющаяся	1.2Ш	Синтетические (полиамидные), 200—400	Г-1	от -25 до +60	800
			Трудновоспламеняющаяся морозостойкая	1.2ШМ		Г-2	от -45 до +60	
		Руды черных и цветных металлов, крепкие горные породы a_{\max} до 100 мм, доломит, кокс, агломерат, шихта, концентрат рудный и другие высокоабразивные и абразивные материалы с a_{\max} до 150 мм	Общего назначения	2.1	Синтетические, 100—300	А	от -45 до +60	400—2000
			Морозостойкая	2М		И, Б И, Б	от -60 до +60	

Продолжение табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
2	Многопрокладочная, с двухсторонней резиновой обкладкой и резиновыми бортами	Уголь рядовой, глина, цемент, мягкие породы и другие малоабразивные материалы кусками до 150 мм	Общего назначения	2.2	Синтетические, 100–300 или комбинированные (полиэфир/хлопок), 55	И, Б И, Б	от –45 до +60	400–2000		
		Морозостойкая	2М	М		от –60 до +60				
		Уголь (куски размером до 500 мм) и породы (куски размером a_{\max} до 300 мм)	Трудновоспламеняющаяся	2Ш	Синтетические (полиамидные), 100–300	Г-1	от –25 до +60	400–2000		
		Антрацит кусками a_{\max} до 500 мм или породы a_{\max} до 300 мм	Трудно воспламеняющаяся морозостойкая	2ШМ					от –45 до +60	
		Материалы с температурой до 100 °С	Теплостойкая	2Т1	Синтетические (полиамидные), 100–300	Т1	от –25 до +60	400–1600		
		Материалы с температурой до 150 °С	Теплостойкая	2Т2					от –10 до +60	
		Материалы с температурой до 200 °С	Теплостойкая	2Т3	Синтетические (полиамидные), 100–300	Т3	от –25 до +60	400–1600		
		Малоабразивные материалы, в том числе продукты сельского хозяйства, неабразивные мелкие, сыпучие и пакированные материалы	Общего назначения морозостойкая	2Л 2ЛМ					И, Б М	от –45 до +60 от –60 до +60
		Многопрокладочная, с двухсторонней резиновой обкладкой, резиновыми или нарезными бортами			Пищевая	2ПЛ		П	от –25 до +60	200–1400

Окончание табл. 4.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Многопрокладочная, с односторонней резиновой обкладкой и нарезными бортами	Малоабразивные и неабразивные материалы, в том числе продукты сельского хозяйства, мелкие, сыпучие и пакетируемые материалы	Общего назначения	3	Синтетические, 100—200 или комбинированные (полиэфир/хлопок), 55	И, Б	от -45 до +60	200—1400
			Пищевая	3 П		П	от -25 до +60	
4	Одно- и двухпрокладочные с двухсторонней резиновой обкладкой и нарезными бортами	Малоабразивные и неабразивные материалы, в том числе продукты сельского хозяйства только на конвейерах со сплошным опорным настилом. Пакетируемые материалы. Мелкие упакованные пищевые продукты	Общего назначения	4	Синтетические, 100 или комбинированные (полиэфир/хлопок), 55	И, Б С	от -45 до +60 от -25 до +60	200—1400
			Пищевая	4 П		П	от -25 до +60	
			Общего назначения	4		И, Б	от -45 до +60	
						С	от -25 до +60	
			Пищевая	4 П		П	от -25 до +60	

Таблица 4.18

Общие данные и типоразмеры резиногросовых лент

Транспортируемый груз	Тип ленты	Температура окружающего воздуха, °С	Обозначение	K _p , Н/мм, ширины сердечника ленты	Линейная масса ленты q _л , кг/м, при ширине ленты B, мм						
					800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ленты конвейерные на основе латунированного троса прочностью 1500—3150 Н/мм ширины сердечника (ТУ 38105841—75)											
Мелко- и среднекусовой	Общего назначения	от —45 до +60	2РТЛ1500	1500	25,2	28	33,6	39,2	—	—	—
			2РТЛ1500Ц	1500	—	—	—	—	—	54	60
Мелко-, средне- и крупнокусовой			2РТЛ1600	1600	—	29	34,8	40,6	46,4	—	—
			2РТЛ2500	2500	—	37	44,4	51,8	59,2	66,6	74
Среднекусовой уголь и породы	Огне-стойкая	от —20 до +60	2РТЛ3150	3150	—	43	51,6	60,2	68,8	77,4	86
			2РТЛ01500	1500	25,2	28	33,6	39,2	—	—	—
Крупнокусовой уголь и породы			2РТЛ01500У	1500	—	—	—	—	—	54	60
			2РТЛ01600	1600	—	29	34,8	40,6	46,4	—	—
			2РТЛ02500	2500	—	37	44,4	51,8	59,2	66,6	74
			2РТЛ03150	3150	—	43	51,6	60,2	68,8	77,4	86

Окончание табл. 4.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ленты конвейерные на основе латунированного троса прочностью 4000 Н/мм ширины сердечника (ТУ 38105967–80)											
Сыпучий и кусковой (руда, уголь) и шихтовые материалы	Общ. назнач.	от –45 до +60	2РТЛ4000	4000	–	–	–	–	–	–	–
	Тепло-стойкая	до +125	1РТЛТ4000 2РТЛТ4000		–	–	–	67,2	76,8	–	96
	Огне-стойкая	от –20 до +60	2РТЛ04000		–	–	–	–	–	–	–
Ленты конвейерные на основе латунированного троса прочностью 5000 Н/мм ширины сердечника (ТУ 381051387–80)											
Железные крупнокусковые и высокоабразивные грузы крупностью до 500 мм	Общ. назнач.	от –45 до +60	2РТЛ5000	5000	–	–	–	–	–	–	106
	Огне-стойкая	от –20 до +60	2РТЛ05000		–	–	–	–	84,8	–	

Примечания: 1. Коэффициент удлинения $K_{удл} = 0,0025$. 2. Запас прочности $n_0 = 8,3$. 3. Пример условного обозначения ленты общего назначения прочностью 1500 Н/мм ширины сердечника и шириной 1000 мм: 2 РТЛ 1500х1000 ТУ 38105841–75.

Если полученное z_p превышает число прокладок, указанное в прил. 3, то выбирают ленту с большим значением K_p , и наоборот, если z_p меньше, выбирают ленту с меньшим значением K_p .

Тип резинотросовой ленты выбирают из условия

$$S_{\max} \leq \frac{K'_p \cdot B}{n_0}, \quad (4.18)$$

где K'_p — расчетная прочность резинотросовой ленты, Н/мм ширины сердечника ленты, определяемая наряду с n_0 и другими данными о резинотросовых лентах по табл. 4.18.

При нормальных условиях эксплуатации ленты можно считать, что увеличение числа прокладок и толщины обкладок по сравнению с расчетным увеличивает срок службы ленты. При этом необходимо иметь в виду, что завышение числа прокладок ленты увеличивает ее жесткость, а нормальная эксплуатация такой ленты может потребовать увеличения диаметров барабанов. Эксплуатация ленты с несоответствующим ей оборудованием (барабанами) способствует более быстрому разрушению ленты.

4.5.3. Определение радиусов криволинейных участков трассы конвейера

Для выпуклых криволинейных участков, т. е. при переходе с наклонного участка на горизонтальный или от большего наклона к меньшему, радиус дуги R_1 принимают в зависимости от типа и ширины ленты, угла наклона боковых роликов роликоопор, а также степени использования тяговой способности ленты.

Допустимые наименьшие радиусы выпуклого участка R_1 приведены в табл. 4.19; меньшие значения радиусов даны при 50 % использовании тяговой способности ленты, большие — при 70 %. Если степень использования тяговой способности ленты не определена, то при выборе радиуса R_1 большие значения можно принимать при расположении выпуклого участка вблизи наибольших натяжений ленты S_{\max} , т. е. у головного привода или головного барабана при промежуточном приводе или при оптимальном выборе типоразмера ленты, когда z незначительно превышает z_p . В остальных случаях R_1 принимают по средним или меньшим значениям.

Таблица 4.19

Допустимые наименьшие радиусы выпуклого участка R_1 конвейера

Характеристика ленты		$K_{удл}$	α_r , град	R_1 , м, при ширине ленты B , мм							
Наименование	Тип ткани			500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Резинотканевая	ТЛК-200	0,02	20	6–10	8–13	10–16	12–20	15–24	17–28	19–32	24–40
			30	8–15	10–20	12–24	15–30	18–36	21–42	24–48	30–60
	—	0,03	20	5–8	7–10	8–12	10–15	12–18	14–21	16–24	20–30
			30	6–10	8–13	10–16	12–20	15–24	17–28	19–32	24–40
	БКНЛ-65; БКНЛ-100; ТК(ТА)-100; БКНЛ-150; ТК(ТА)-150; ТК-200	0,035	20	5–6	7–8	8–10	10–12	12–14	14–17	16–19	20–24
			30	6–10	8–13	10–16	12–20	15–24	17–28	19–32	24–40
Резинотросовая	ТК-300; ТА-300; ТЛК-300; ТА-400; ТК-400	0,04	20	5–6	7–8	8–10	10–12	12–15	14–17	16–19	20–24
			30	6–10	8–13	10–16	12–20	15–24	17–28	19–32	24–40
Резинотросовая	—	0,0025	20	—	—	72–125	90–160	110–190	125–225	145–255	180–320
			30			100–160	125–200	150–240	175–280	200–320	250–400

Из табл. 4.19 видно, что для резинотросовых лент на выпуклых участках трассы малые радиусы неприемлемы. Это объясняется тем, что вследствие малых удлинений тросов при прохождении ленты по желобчатым роlikоопорам на выпуклых участках в крайних тросах возникают недопустимо высокие напряжения на растяжение. Для вогнутых участков, т. е. при переходе с горизонтального участка на наклонный или от меньшего наклона к большему, допустимый радиус дуги R_2 следует принимать по табл. 4.20.

Таблица 4.20

Допустимые наименьшие радиусы вогнутого участка R_2 конвейера

Лента	K_p , Н/мм, ширины прокладки	R_2 , м, при ширине ленты B , мм							
		500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Резинотканевая	55; 100	60	70	80	100	120	140	160	200
	150	—	—	100	125	150	175	200	240
	200; 300; 400	—	—	120	150	180	210	240	300
Резинотросовая	—	—	—	120	150	180	210	240	300

4.5.4. Выбор неприводных барабанов

Число неприводных барабанов (головных, натяжных, хвостовых, оборотных, отклоняющих) определяется их назначением в трассе конвейера. На конвейеры с шириной ленты $B = 500\text{--}650$ мм устанавливают один отклоняющий барабан, располагаемый у приводного барабана; на остальные конвейеры — два, располагаемые у приводного и концевого (натяжного) барабанов.

Кроме того, можно рекомендовать применение одного или двух отклоняющих барабанов вместо роlikоопор на выпуклых участках нижней ветви ленты, учитывая большую прочность барабанов по сравнению с роlikоопорами. Данная замена особенно эффективна при уменьшенном против нормы радиусе кривизны выпуклых участков или в том случае, когда роlikоопоры невозможно расположить на металлоконструкциях с необходимым шагом.

В головной части конвейера отклоняющий барабан чаще всего устанавливают на опорной раме приводного барабана, а в хвостовой — на самостоятельной опорной раме или на раме натяжного устройства. Положение отклоняющего барабана относительно приводного барабана определяется углом обхвата лентой α приводного барабана. В хвостовой части отклоняющий барабан устанавливают на раме натяжного устройства (конвейеры малых типоразмеров) или на отдельной раме, которая расположена на расстоянии 1–2 м от переднего крайнего положения натяжного барабана. Приближать отклоняющий барабан к приводному или натяжному барабанам на расстояние ближе рекомендованного не следует, т. к. это вызывает усиленный износ подшипников у отклоняющего барабана.

В условное обозначение типоразмера неприводного барабана входят ширина ленты B , см, диаметр барабана, см, диаметр подшипника, мм. Типоразмеры неприводных барабанов приведены в прил. 4. Выбор этих барабанов производится по типоразмеру конвейера. В прил. 4 приведена также прочностная характеристика этих барабанов — допустимая нагрузка $S_{\text{б, доп}}$, кН, на два подшипника барабана от натяжения ленты при установившемся режиме. Неприводные барабаны должны проверяться по фактическим нагрузкам, действующим на эти барабаны. Такой расчет выполняется по результатам уточненного тягового расчета (см. п. 4.3).

Натяжной барабан входит в конструкцию винтового натяжного устройства и конструкцию натяжной тележки (натяжной рамы) грузового натяжного устройства, определение типоразмера которых приведено в п. 4.5 и п. 4.3. Правильный выбор диаметров барабанов в значительной мере определяет нормальную работоспособность конвейера. С увеличением диаметра барабанов улучшаются условия работы привода и ленты, но увеличиваются габариты конвейера и его стоимость. При необходимости диаметр барабана (включая и приводной) в случае применения резинотканевой ленты может быть проверен по формуле

$$D \geq K_B \cdot K_L \cdot z, \quad (4.19)$$

где K_B — коэффициент назначения барабана, зависящий от типа ленты и назначения барабана и конвейера (табл. 4.21); K_L — коэффициент использования ленты (табл. 4.22); z — число прокладок ленты.

Полученное по формуле (4.19) значение диаметра барабана округляют до ближайшего большего значения из нормального ряда ГОСТ 22644–77.

Таблица 4.21

Коэффициент назначения барабана K_B

Барабан	Угол обхвата барабана лентой α , град	K_B при K_p , Н/мм ширины прокладки			
		100	120–200	250–300	350–400
Приводной	180–240	$\frac{150-160}{80-90}$	$\frac{170-180}{100-110}$	$\frac{180-190}{110-120}$	$\frac{190-200}{120-125}$
Натяжной, концевой	180–200	120–130	135–145	145–150	150–160
Отклоняющий, оборотный	До 90	100–110	120–125	125–135	135–140

Примечания: 1. Меньшие значения K_p даны для $z = 3-5$. 2. В числителе даны значения для наземного, в знаменателе — для подземного конвейеров.

Таблица 4.22

Коэффициент использования ленты K_L

Барабан	K_L при отношении натяжения ленты, набегающей на барабан, к допустимому натяжению, %			
	75–100	50–75	25–50	Менее 25
Приводной	1,0	0,8	0,63	—
Натяжной, концевой	1,0	0,8	0,63	0,5
Оборотный	—	0,63	0,5	0,4
Отклоняющий	—	—	0,4	0,32

Таблица 4.23

Диаметры неприводных барабанов для резинотросовых лент

Тип ленты	РТЛ–1000; РТЛ–1500	РТЛ–2500	РТЛ–3150	РТЛ–4000; РТЛ–5000
Диаметры барабанов, мм, не менее:				
приводного	800	800	1250	1600
натяжного	630	800	1000	1300
отклоняющего	450	600	800	1000

Рекомендуемые диаметры приводных, натяжных и отклоняющих барабанов, применяемых с резинотросовыми лентами, в зависимости от типа ленты приведены в табл. 4.23 [11, 14].

4.5.5. Выбор натяжного устройства

Тип натяжного устройства и длину хода натяжного барабана с ходовым устройством (натяжной тележкой или натяжной рамой) определяют в зависимости от схемы трассы конвейера, полной его длины, типа ленты, а также места расположения натяжного устройства. Правильный выбор длины хода натяжного барабана в значительной мере обеспечивает нормальную эксплуатацию конвейера. При проектировании необходимо иметь в виду, что уменьшение длины хода натяжного барабана по сравнению с расчетным резко усложняет и удорожает эксплуатацию и ремонт лент. Чрезмерное увеличение длины хода натяжного барабана увеличивает габаритные размеры сооружений и ведет к их удорожанию. Рекомендации по выбору натяжного устройства даны в табл. 4.24.

Натяжные устройства ленточных конвейеров делятся на два типа: винтовые и грузовые. Грузовые натяжные устройства делятся на тележечные и вертикальные.

Типоразмер винтового натяжного устройства выбирается по типоразмеру конвейера и его длине. Длина хода натяжного барабана винтового устройства может быть 320 мм (для конвейеров длиной до 15 м); 500 мм (для конвейеров длиной до 25 м) и 800 мм (для конвейеров длиной 25–40 м). Типоразмеры винтовых натяжных устройств и их характеристика приведены в прил. 5.

Грузовое тележечное натяжное устройство состоит из натяжной тележки и грузового устройства, грузовое вертикальное — из натяжной рамы и грузового устройства. Натяжные тележки в рассматриваемом методе расчета выбираются по типоразмеру конвейера. В уточненном методе расчета (см. п. 4.3) натяжные тележки и рамы выбирают по усилиям, действующим на приводной барабан. Типоразмеры натяжных тележек приведены в прил. 5.

Таблица 4.24

Рекомендации по выбору натяжного устройства

Длина конвейера L , м	Ширина ленты B , мм	Место установки натяжного устройства	Натяжное устройство	
До 30–40 ¹	400–1600	Хвостовая часть конвейера	Винтовое	
От 30–40 до 300–400	400–1600		Грузовое тележечное	с грузовым устройством
	800–2000			с грузовым или грузолебедочным устройством
Более 300–400	800–2000			с грузолебедочным устройством
			Лебедочное тележечное ²	
Более 30–40	400–650	Средняя часть конвейера	Грузовое вертикальное ³	с грузовым устройством
	800–2000			с грузовым или грузолебедочным устройством

¹Меньшие значения — для конвейеров, имеющих тяжелые условия работы и ширину ленты $B = 1200–1600$ мм.

²Лебедочное тележечное устройство применяется в конвейерах для угольной промышленности.

³Применяют в случае невозможности использования грузового тележечного устройства: располагают в зоне наименьших натяжений нижней ветви ленты.

Грузовые устройства характеризуются наибольшим создаваемым усилием $S_{гр}$, т. е. усилием от максимально допустимого числа грузов. Типоразмеры грузовых устройств приведены в прил. 5. Эти грузовые устройства предназначены как для тележечных устройств, так и для вертикальных. Грузовые устройства с чугунными грузами могут быть без полиспаста и с полиспастом. Выбор грузового устройства производится по расчетному усилию грузового устройства S_H или необхо-

димой массе груза $G_{ГР}$, или необходимому числу грузов $z_{ГР}$. При этом необходимо соблюдать условия: $S_H \leq S_{ГР}$, или $S_H \leq G_{ГР}$, или $z_{ГР} \leq z_{\max}$.

Необходимое расчетное усилие S_H , Н, грузового устройства с учетом пускового режима с достаточной точностью определяется следующими формулами:

для горизонтального конвейера с приводом в головной части

$$S_H = 2,7 S_{СБ}; \quad (4.20)$$

для наклонного конвейера с приводом в головной части

$$S_H = 2,7 S_{СБ} - (2q_{Л.СР} H + q_T \sin \beta_H); \quad (4.21)$$

для наклонного конвейера с промежуточным приводом

$$S_H = 2,7 S_{СБ} - (2q_{Л.СР} H_1 + q_T \cdot \sin \beta_H); \quad (4.22)$$

для конвейера с вертикальным натяжным устройством

$$S_H = 2,7 S_{СБ} - (2q_{Л.СР} H_1 + q_T), \quad (4.23)$$

где q_T — нагрузка от массы натяжного барабана с ходовым устройством (натяжной тележкой, натяжной рамой), Н; β_H — угол наклона участка конвейера, на котором расположено натяжное устройство, град.

Если полученное расчетом усилие S_H нельзя обеспечить грузовым устройством без полиспаста, то применяют грузовое устройство с полиспастом. Применяя натяжное устройство с полиспастом, необходимо учитывать, что ход груза в этом случае будет в i_{Π} раз больше, чем без полиспаста.

Необходимая масса груза $G_{ГР}$, кг, грузового устройства без полиспаста равна

$$G_{ГР} = \frac{S_H}{g}. \quad (4.24)$$

Для грузового устройства с полиспастом масса груза грузового устройства определяется по формуле

$$G_{ГР} = \frac{S_H}{g i_{\Pi}}, \quad (4.25)$$

где i_{Π} — кратность полиспаста; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения.

Влияние КПД полиспаста и отклоняющих блоков в рассматриваемом методе расчета не учитывается.

При массе одного груза грузового устройства, равной 90 кг, число грузов [4]:

без полиспаста

$$z_{\text{ГР}} = \frac{G_{\text{ГР}}}{90}; \quad (4.26)$$

с полиспастом

$$z_{\text{ГР}} = \frac{G_{\text{ГР}}}{90i_{\text{П}}}, \quad (4.27)$$

где $i_{\text{П}}$ — передаточное число полиспаста.

Вертикальные грузовые натяжные устройства, так же как и тележечные, могут быть без полиспаста и с полиспастом. Для конвейеров с шириной ленты $B = 800\text{--}1200$ мм вертикальные натяжные устройства без полиспаста — натяжные рамы — поставляются вместе с грузовым устройством. Типоразмер такого устройства выбирается по типоразмеру конвейера. В спецификации натяжное устройство заказывается одной позицией.

Полный ход натяжного барабана $L_{\text{полн}}$, м, для тележечного и винтового устройств, а также вертикального устройства определяется по формуле

$$L_{\text{полн}} = L_{\text{удл}} + L_{\text{монт}}, \quad (4.28)$$

где $L_{\text{удл}}$ — длина рабочего хода натяжного барабана, вызванная удлинением ленты (упругим и остаточным), м; $L_{\text{монт}}$ — длина хода натяжного барабана, необходимая для выполнения стыковки ленты, м.

Как правило, полный ход натяжного барабана принимается равным не менее 2 % от длины ленты.

Правильное определение упругого и остаточного удлинения ленты затруднено отсутствием точных данных о распределении этих удлинений для лент различных типов. На величину остаточного удлинения лента вытягивается в течение 1–2 мес. эксплуатации, после чего (если длина хода натяжного устройства ограничена) она может быть укорочена на отрезок, равный этому удлинению.

Упругие свойства лент характеризуются коэффициентом удлинения $K_{\text{удл}}$, значения которого определены при номинальной (для данного типа ленты) статической нагрузке и принимаемом запасе прочности, т. е. при полном использовании тяговой способности ленты.

Длина $L_{\text{удл}}$ зависит от коэффициента удлинения принятого типа ленты $K_{\text{удл}}$, степени использования натяжения ленты и длины конвейера.

При проектировании $L_{удл}$ определяют по формулам:
для резинотканевых лент:

$$L_{удл} = (0,02...0,025)L; \quad (4.29)$$

для резинотросовых лент:

$$L_{удл} = 0,025L, \quad (4.30)$$

где L — длина конвейера с учетом вертикального натяжного устройства, м.

Меньшие значения коэффициента применяют при неполном использовании тяговой способности ленты и для горизонтальных конвейеров.

Длина хода $L_{монт}$, необходимая для выполнения стыковки ленты, зависит от длины конвейера и натяжения концов ленты при стыковке, т. е. провисания ленты между роlikоопорами и барабанами. Длина хода $L_{монт}$ уменьшает полезный ход натяжного барабана, поэтому при монтаже необходимо стремиться к максимально возможному предварительному натяжению ленты (ее концов), что обеспечит наименьшее значение $L_{монт}$. Можно считать, что для всех типов лент

$$L_{монт} = (0,005...0,015)L, \quad (4.31)$$

причем меньшие значения берутся при большем предварительном натяжении концов ленты.

4.5.6. Расчет тормоза и муфты

На наклонных конвейерах, на которых возможно самопроизвольное обратное движение ленты с грузом вниз (когда продольная составляющая массы груза больше сил сопротивления движению ленты), на валу приводного барабана или какой-либо другой передаче привода необходимо устанавливать специальные автоматические тормозные устройства (храповый останов, электромагнитный тормоз и др.). Эти устройства следует применять для конвейеров с углом наклона 6° и более.

Для конвейеров со сложной трассой учитывается условный угол наклона конвейера β' , определяемый из выражения:

$$\sin \beta' = \frac{H}{L_T}. \quad (4.32)$$

При $\beta' < 6^\circ$ тормозное устройство не устанавливают.

Необходимый тормозной момент M_T , Нм, может быть определен по формулам:

на валу приводного барабана:

$$M_T \geq [q_\Gamma H - K_y (P - q_\Gamma H)] \frac{D}{2}; \quad (4.33)$$

на валу двигателя:

$$M_T \geq [q_\Gamma H - K_y (P - q_\Gamma H)] \frac{D}{2i_p}, \quad (4.34)$$

где $K_y = 0,5-0,6$ — коэффициент возможного уменьшения сопротивления конвейера (меньшие значения — для тяжелых условий работы конвейера); i_p — передаточное число редуктора.

При выборе тормоза паспортный тормозной момент должен быть не менее расчетного M_T . В случае, когда расчетный тормозной момент меньше паспортного (в паспорте дается максимальный), следует указать, на какой тормозной момент необходимо отрегулировать тормоз при эксплуатации.

Муфты выбирают по наибольшему диаметру концов соединяемых валов и по крутящему моменту $M_{кр}$, Нм, который определяется по формулам:

для быстросходной муфты (двигатель — редуктор):

$$M_{кр} = \frac{9550 N}{n}; \quad (4.35)$$

для тихоходной муфты (редуктор — приводной барабан):

$$M_{кр} = \frac{9550 N i_p}{n}. \quad (4.36)$$

4.6. Уточненный метод расчета ленточных конвейеров

Уточненный метод расчета включает в себя уточненный тяговый расчет, в котором определяются натяжения ленты в характерных точках трассы конвейера, и определение по результатам тягового расчета типоразмера конвейера, приводного барабана, натяжного устройства и ленты, мощности привода, нагрузок от отдельных частей конвейера и других параметров.

Для проведения уточненного расчета на расчетную схему трассы конвейера наносятся характерные точки, т. е. точки перехода прямых участков ленты в криволинейные, набегания и сбегания ленты с приводного, натяжного, концевого барабанов, а также условно принимаемые за точки участки соприкосновения ленты с отклоняющими барабанами (см. рис. 4.6).

При составлении схемы трассы радиусы криволинейных участков выбирают: выпуклых R_1 — по табл. 2.13, вогнутых R_2 — по табл. 2.20. Параметры криволинейных участков конвейера выпуклых с $R_1 = 10$ м и вогнутых с $R_2 = 100$ м приведены соответственно в табл. 2.25 и 2.26.

Криволинейный участок ленты, поднимаемый разгрузочной тележкой, условно разбивают на два участка: горизонтальный и наклонный. В прил. 6 для различных типоразмеров тележек даны: длина горизонтальной проекции наклонного участка l_T , высота его подъема H_0 , а также другие размеры, необходимые для расчета трассы конвейера при установке разгрузочной тележки. Максимальное приближение разгрузочной тележки к наклонному участку конвейера (см. рис. 4.3) допустимо до положения, при котором наклонные участки конвейера и тележки располагаются на одной линии. Чтобы избежать отрыва ленты от роликоопор, угол наклона β должен быть равен или больше угла наклона наклонного участка тележки.

Характерные точки трассы пронумеровывают, начиная с точки сбегания ленты с приводного барабана, натяжение в которой обозначается S_1 или S_{CB} , и до точки набегания ленты на приводной барабан, натяжение в которой обозначается S_2 или $S_{НБ}$. Этими точками трасса конвейера разбивается на участки. В табл. 4.27 [4] приведен расчет сопротивлений движению ленты на отдельных участках трассы конвейера.

В таблице приняты обозначения: S_i — натяжение ленты в начале участка, Н; l_B — длина бортов вдоль ленты, м. При определении сопротивления участков с загрузочными устройствами с достаточной точностью можно считать, что число загрузочных устройств незначительно влияет на сопротивление этих участков, так как нагрузка q_T для каждого устройства уменьшается пропорционально числу устройств. Поэтому при составлении расчетной схемы конвейера с несколькими загрузочными устройствами необходимо учитывать сопротивление одного загрузочного устройства. Остальные устройства рассчитываются с учетом сопротивлений бортов укрытий [4], где l_B (см. табл. 4.27) — суммарная длина всех остальных загрузочных устройств.

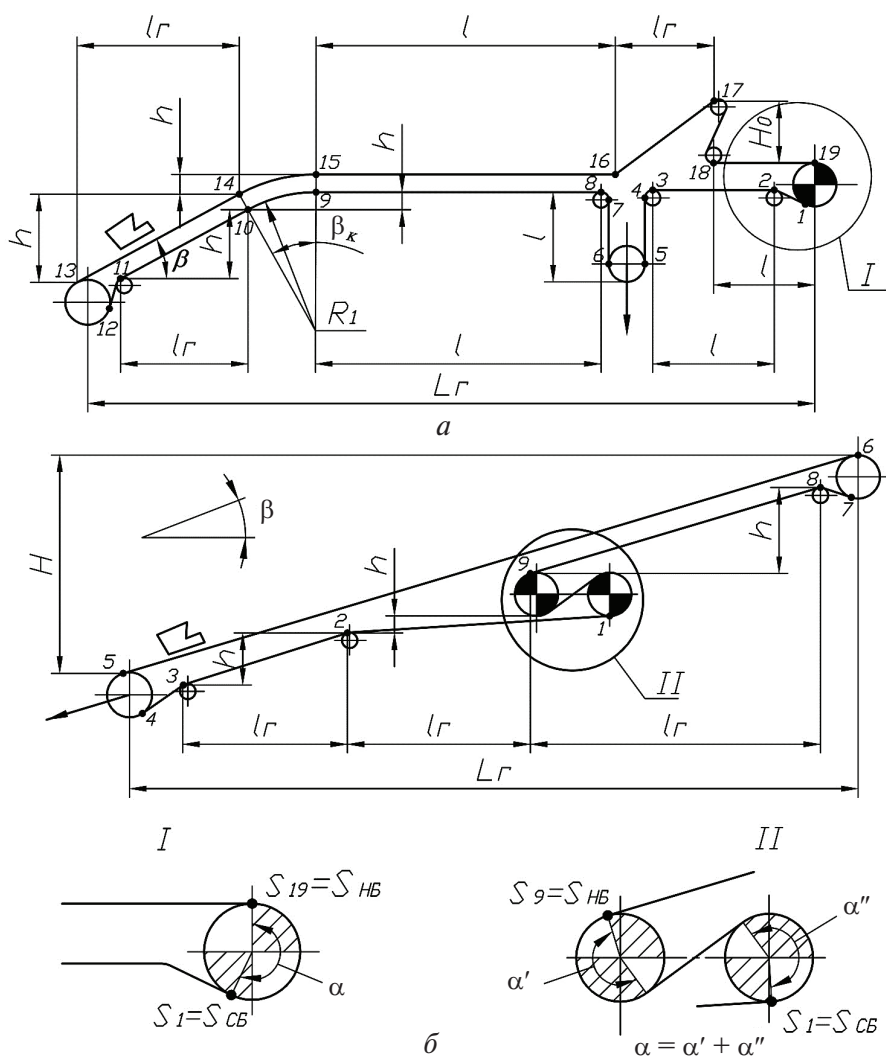


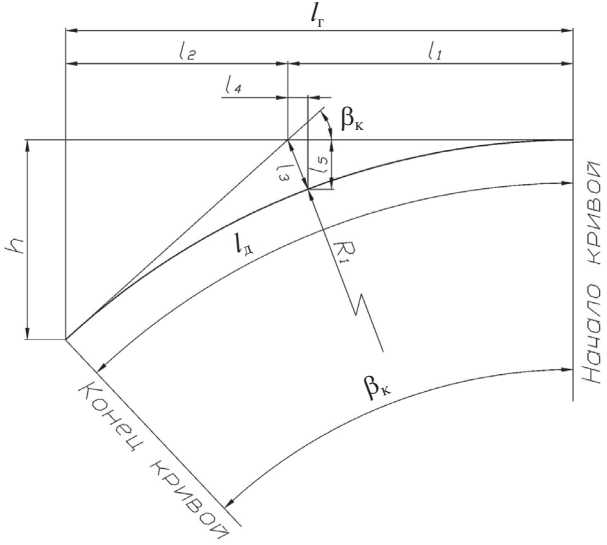
Рис. 4.3. Расчетные схемы трассы конвейера для уточненного метода расчета (обозначения см. рис. 4.2):

a — с приводом в головной части конвейера и разгрузочной тележкой;

б — с двухбарабанным промежуточным приводом

Таблица 4.25

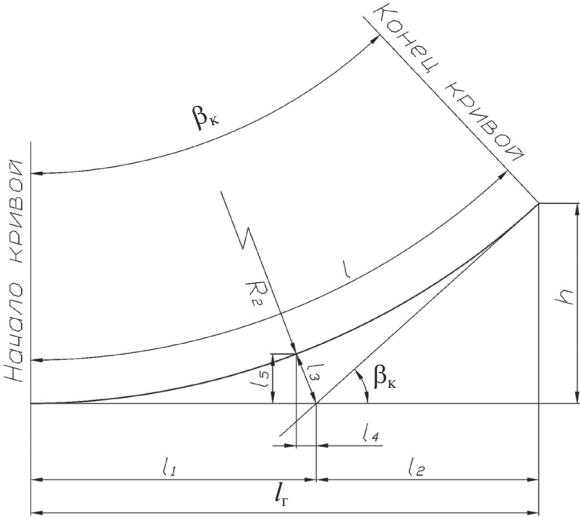
Параметры выпуклых участков для $R_1 = 10$ м



β_k , град	Размеры, мм							
	l_T	l_D	h	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
6	1,045	1,047	0,055	0,525	0,521	0,014	0,001	0,014
7	1,219	1,222	0,074	0,612	0,607	0,019	0,001	0,019
8	1,392	1,396	0,097	0,699	0,692	0,024	0,002	0,024
9	1,564	1,571	0,123	0,787	0,777	0,031	0,002	0,031
10	1,736	1,745	0,152	0,875	0,862	0,038	0,003	0,038
11	1,908	1,920	0,184	0,963	0,945	0,046	0,004	0,046
12	2,080	2,094	0,218	1,051	1,028	0,055	0,006	0,055
13	2,249	2,269	0,256	1,139	1,110	0,065	0,007	0,064
14	2,419	2,443	0,297	1,228	1,191	0,075	0,009	0,074
15	2,588	2,618	0,341	1,316	1,271	0,086	0,011	0,086
16	2,756	2,792	0,387	1,405	1,351	0,098	0,014	0,097
17	2,924	2,967	0,437	1,494	1,429	0,111	0,016	0,110
18	3,090	3,142	0,489	1,584	1,506	0,124	0,019	0,123
19	3,256	3,316	0,545	1,673	1,582	0,139	0,023	0,137
20	3,420	3,461	0,603	1,763	1,657	0,154	0,027	0,152
21	3,584	3,665	0,664	1,853	1,730	0,170	0,031	0,167
22	3,746	3,840	0,728	1,944	1,802	0,187	0,035	0,184

Примечание. Для других радиусов все параметры определяют умножением табличных данных для $R_1 = 10$ м на коэффициент $a = R_1/10$.

Таблица 4.26

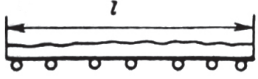
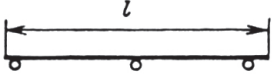
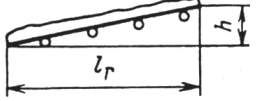
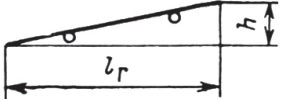
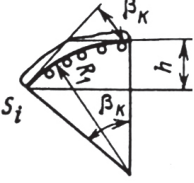
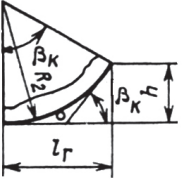
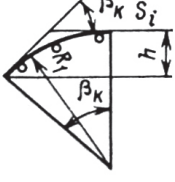
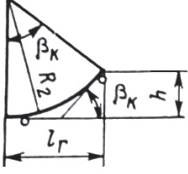
Параметры вогнутых участков для $R_2 = 100$ м


β_k , град	Размеры, мм							
	l_1	l_2	h	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
6	10,453	10,472	0,548	5,241	5,212	0,137	0,007	0,137
7	12,187	12,217	0,745	6,116	6,071	0,187	0,011	0,187
8	13,918	13,963	0,973	6,993	6,925	0,244	0,017	0,244
9	15,643	15,708	1,231	7,870	7,773	0,309	0,024	0,308
10	17,365	17,453	1,519	8,749	8,616	0,382	0,033	0,381
11	19,081	19,199	1,837	9,629	9,452	0,463	0,044	0,460
12	20,791	20,944	2,185	10,510	10,281	0,551	0,058	0,548
13	22,496	22,689	2,563	11,394	11,102	0,647	0,073	0,643
14	24,192	24,435	2,970	12,278	11,914	0,751	0,092	0,745
15	25,882	26,180	3,407	13,165	12,717	0,863	0,113	0,856
16	27,564	27,925	3,874	14,054	13,510	0,983	0,137	0,973
17	29,237	29,671	4,370	14,945	14,292	1,111	0,164	1,098
18	30,902	31,416	4,894	15,838	15,062	1,247	0,195	1,231
19	32,557	33,161	5,448	16,734	15,823	1,391	0,230	1,371
20	34,202	34,907	6,031	17,633	16,569	1,543	0,268	1,519
21	35,837	36,652	6,642	18,534	17,303	1,703	0,310	1,675
22	37,461	38,397	7,282	19,438	18,023	1,872	0,357	1,837

Примечание. Для других радиусов все параметры определяют умножением табличных данных для $R_2 = 100$ м на коэффициент $b = R_2/100$.

Таблица 4.27

Расчет сопротивлений движению ленты на участках трассы конвейера

Участок трассы	Схема участка	Сопротивление W , Н
Горизонтальный верхней ветви		$W = (q_{\Gamma} + q_{\Delta} + q'_{\text{p}})lw$
Горизонтальный нижней ветви		$W = (q_{\Gamma} + q''_{\text{p}})lw$
Наклонный верхней ветви		$W = (q_{\Gamma} + q_{\Delta} + q'_{\text{p}})lw \pm \pm(q_{\Gamma} + q_{\Delta})h$
Наклонный нижней ветви		$W = (q_{\Gamma} + q''_{\text{p}})lw \pm q_{\Delta}h$
Криволинейный выпуклый верхней ветви		$W = [S_i + (q_{\Gamma} + q_{\Delta} + q'_{\text{p}}) \cdot R_1] \beta_K w \pm (q_{\Gamma} + q_{\Delta})h$
Криволинейный вогнутый верхней ветви		$W = (q_{\Gamma} + q_{\Delta} + q'_{\text{p}})lw \pm \pm(q_{\Gamma} + q_{\Delta})h$
Криволинейный выпуклый нижней ветви		$W = [S_i + q(q_{\Gamma} + q''_{\text{p}}) R_1] \cdot \beta_K w \pm q_{\Delta}h$
Криволинейный вогнутый нижней ветви		$W = (q_{\Delta} + q''_{\text{p}})l_{\Gamma}w \pm q_{\Delta}h$

Окончание табл. 4.27

Участок трассы	Схема участка	Сопротивление W , Н
Головной, хвостовой и натяжной барабаны, $\alpha = 180-210^\circ$		$W = 0,04S_i$
Оборотный барабан, $\alpha = 70-180^\circ$		$W = 0,03S_i$
Отклоняющий барабан при $\alpha < 30^\circ$		$W = 0,02S_i$
Спуск, подъем ленты		$W = \pm q_{\Pi} l$
Разгрузочная тележка		$W = 0,01S_i$
Загрузочное устройство (устройства)		$W = 0,9q_{\Gamma}$ (прибавить к W участка)
Загрузочное устройство (устройства)		$W = 0,9q_{\Gamma} + 500gh_{\Gamma}^2\gamma l_{\text{б}},$ где γ , т/м ³ ; (прибавить к W участка)
Борта укрытий		$W = K_1 l_{\text{б}},$ где $K_1 = 3-5$ Н/м для $B \leq 1000$ мм; $K_1 = 6-10$ Н/м для $B > 1000$ мм (прибавить к W участка)
Плужковый сбрасыватель		$W = K'_{\Pi} q_{\Gamma} B,$ где $K'_{\Pi} = 3$ для мелкокускового груза, $K'_{\Pi} = 3,5$ для среднекускового груза (прибавить к W участка)

Примечания: 1. В формулах верхний знак — для конвейеров, работающих на подъем, нижний — на спуск. 2. $h_{\Gamma} = 0,15-0,25$ м для $B \leq 800$ мм; $h = 0,3-0,5$ м для $B \geq 1000$ мм.

4.6.1. Уточненный тяговый расчет

Для каждого расчетного режима работы конвейера производится свой уточненный тяговый расчет. Натяжение ленты в характерных точках трассы конвейера для каждого режима определяется в два этапа.

1-й этап. Составляют выражения, определяющие натяжение ленты во всех характерных точках, от $S_1 = S_{\text{СБ}}$ до $S_{\text{П}} = S_{\text{НБ}}$, выражая последовательно натяжения в данных точках через натяжение $S_1 = S_{\text{СБ}}$, учитывая, что натяжения в каждой характерной точке трассы S_i равно сумме натяжений в предыдущей точке S_{i-1} и сопротивления участка $W_{i-(i-1)}$ [3]:

$$\begin{cases} S_1 = S_{\text{СБ}}; \\ S_2 = S_{\text{СБ}} + W_{1-2}; \\ S_3 = S_2 + W_{2-3}; \\ S_4 = S_3 + W_{3-4}; \\ \dots\dots\dots \\ S_{\text{П}} = S_{\text{НБ}} = S_{n-1} + W_{(n-1)-n}, \end{cases} \quad (4.37)$$

где W — сопротивления рассматриваемых участков (см. табл. 2.27).

После подстановки и сокращений последняя строка выражений (4.37) примет вид:

$$S_{\text{НБ}} = b_1 S_{\text{СБ}} + b_2, \quad (4.38)$$

где b_1, b_2 — коэффициенты.

2-й этап. Тяговый фактор приводного барабана $e^{\mu\alpha}$ однобарабанного привода и приводных барабанов $e^{\mu(\alpha'+\alpha'')}$ двухбарабанного привода определяется соотношением между натяжениями ветвей ленты, набегающей $S_{\text{НБ}}$ на приводной барабан и сбегающей $S_{\text{СБ}}$ с приводного барабана:

$$e^{\mu\alpha} = e^{\mu(\alpha'+\alpha'')} = \frac{S_{\text{НБ}}}{S_{\text{СБ}}}. \quad (4.39)$$

Значения μ приведены в табл. 4.15.

Таким образом,

$$S_{\text{НБ}} = S_{\text{СБ}} e^{\mu\alpha}. \quad (4.40)$$

Решая совместно выражения (4.38) и (4.40), получают:

$$S_{\text{СБ}} = \frac{b_2}{e^{\mu\alpha} - b_1}. \quad (4.41)$$

Полученное по формуле (4.41) значение $S_{\text{СБ}}$ подставляют последовательно в выражение (4.37), в результате чего получают натяжение ленты во всех рассматриваемых точках.

4.6.2. Расчет и выбор основного оборудования конвейера

Мощность привода, типоразмеры конвейера, барабанов, натяжной тележки (рамы) и ленты определяют по результатам уточненного тягового расчета режима II (установившийся с грузом), грузовое устройство — режима I (пусковой с грузом).

Приводной барабан, типоразмер конвейера. Окружное усилие на приводном барабане, H , определяется по формуле

$$P = \frac{S_{\text{НБ}} - S_{\text{СБ}}}{\eta_{\text{Б}}}, \quad (4.42)$$

где $\eta_{\text{Б}}$ — КПД приводного барабана, который определяется по формуле

$$\eta_{\text{Б}} = \frac{1}{1 + w_{\text{Б}} \left(2 \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} - 1 \right)}, \quad (4.43)$$

где $w_{\text{Б}}$ — коэффициент сопротивления вращению приводного барабана (с учетом сопротивлений очистительных устройств и изгиба ленты); для установившегося режима $w_{\text{Б}} = 0,04$, для пускового $w_{\text{Б}} = 0,06$.

По аналогии с приближенным методом по окружному усилию P и нагрузке на барабан S (см. п. 4.5.1) по прил. 4 выбирают типоразмер приводного барабана и конвейера.

Неприводные барабаны. В уточненном методе расчета неприводные барабаны выбирают или проверяют по фактической нагрузке S' от натяжения ленты, действующей на неприводные барабаны при установившемся режиме работы конвейера (режим II). Нагрузку S' для каждого неприводного барабана определяют по формулам из табл. 4.28 с использованием результатов уточненного тягового расчета, т. е. величин натяжения ленты на барабанах S_i . Расчетная нагрузка S' должна быть не больше допустимой нагрузки $S_{\text{Б. доп}}$ на неприводной барабан (см. прил. 4), т. е. $S' \leq S_{\text{Б. доп}}$.

Данный метод выбора (проверки) неприводных барабанов рекомендуется для конвейеров с мощностью привода более 50–75 кВт, для

которых выполняются уточненные тяговые расчеты. Рекомендации по установке барабанов и проверке их диаметра приведены в п. 4.5.4.

Таблица 4.28

Фактическая нагрузка от натяжения ленты, действующая на неприводной барабан

Натяжной, головной, хвостовой, $\alpha = 180-210^\circ$	Оборотный, $\alpha = 70-110^\circ$	Отклоняющий, $\alpha \leq 30^\circ$
$S' = 2,1 \cdot S_1$ при $\alpha = 180^\circ$ $S' = 1,98 \cdot S_1$ при $\alpha = 210^\circ$	$S' = 1,18 \cdot S_1$ при $\alpha = 70^\circ$ $S' = 1,46 \cdot S_1$ при $\alpha = 90^\circ$ $S' = 1,76 \cdot S_1$ при $\alpha = 110^\circ$	$S' = 0,55 \cdot S_1$ при $\alpha = 30^\circ$ $S' = 0,35 \cdot S_1$ при $\alpha = 20^\circ$

Мощность привода. Расчетная мощность двигателя N_p , кВт, определяется по формуле

$$N_p = \frac{PvK}{1000\eta_p}, \quad (4.44)$$

где P — окружное усилие (из расчета режима II); v — скорость ленты η_p — КПД редуктора (для режимов I и II $\eta_p = 0,94$, для режимов III и IV $\eta_p = 0,65$); K — коэффициент неучтенных потерь ($K = 1,1-1,5$ для приводов мощностью до 50 кВт, $K = 1,05-1,1$ для приводов мощностью более 50 кВт).

Приводной механизм и другое оборудование привода выбирают из прил. 7–10 или других источников.

Лента. Расчетное число прокладок z_p рассчитывают по формуле (4.17), причем S_{max} принимают по результатам расчета выражений (4.37). Выбор типоразмера ленты производится по прил. 3.

Если предварительно принятая для тягового расчета нагрузка $q_{л,ср}$ отличается не более чем на 15–20 % от нагрузки q_l для выбранного типоразмера ленты, то расчет считается окончательным. При большем расхождении тяговый расчет повторяют для нового значения q_l .

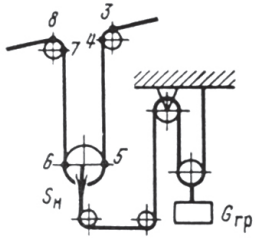
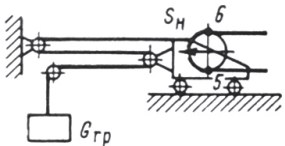
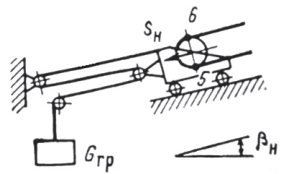
Натяжное устройство. В данном методе расчета в отличие от приближенного метода типоразмер натяжной тележки и натяжной рамы выбирается или проверяется по фактическому усилию, действующе-

му на натяжной барабан при установившемся режиме работы конвейера S' , т. е. необходимому усилию натяжного устройства. Это усилие равно сумме натяжений ленты в точке набегания ленты на натяжной барабан и в точке сбегания ленты с барабана, т. е. применительно к схеме конвейера (см. рис. 4.2, б) $S' = S_4 + S_5$. Усилие S' не должно быть больше допустимой нагрузки на натяжной барабан $S_{Б. доп}$, значения которой приводятся в прил. 4 для неприводных барабанов.

Вторым отличием является то, что усилие грузового устройства S_H и масса груза грузового устройства $G_{ГР}$ в зависимости от схемы устройства определяется по формулам, приведенным в табл. 4.29 [4].

Таблица 4.29

Расчет грузовых устройств

Грузовое натяжное устройство	Схема устройства	Усилие грузового устройства S_H , Н	Масса груза грузового устройства $G_{ГР}$, кг
Вертикальное: без полиспаста с полиспастом		$S_H = S_5 + S_6 - q_T$	$G_{ГР} = \frac{S_H}{g}$ $G_{ГР} = \frac{S_H}{g \cdot i_{п} \cdot \eta_{п}}$
Тележечное горизонтальное: без полиспаста с полиспастом		$S_H = S_5 + S_6 + q_T \cdot w_T \cdot (1 + 0,03 \cdot n_k)$	$G_{ГР} = \frac{S_H}{g}$ $G_{ГР} = \frac{S_H}{g \cdot i_{п} \cdot \eta_{п}}$
Тележечное наклонное: без полиспаста с полиспастом		$S_H = (S_5 + S_6 + q_T \cdot \cos \beta_H \cdot \omega_T - q_T \cdot \sin \beta_H) \cdot (1 + 0,03 \cdot n_k)$	$G_{ГР} = \frac{S_H}{g}$ $G_{ГР} = \frac{S_H}{g \cdot i_{п} \cdot \eta_{п}}$

Примечания: 1. Натяжения S_5 , S_6 принимать из расчета пускового режима. 2. q_T — нагрузка от массы натяжной тележки, натяжной рамы, Н. 3. Схемы устройств даны только с полиспастом. 4. $\omega_T = 0,02$ — коэффициент сопротивления передвижению ходового устройства (тележки); n_k — число перегибов троса натяжного устройства (без блоков полиспаста); $\eta_{п} = 0,97^m$ — КПД полиспаста, где m — число блоков полиспаста.

Обращается внимание на то, что тележки и рамы выбираются по результатам расчета режима II, а грузовое устройство — режима I.

Длину хода натяжного устройства определяют по формуле (4.28).

Проверка принятого при составлении схемы трассы конвейера радиуса вогнутого участка производится по формуле

$$R_2 = \frac{1,2S_R K_R K'_R}{q_{\text{Л}}}, \quad (4.45)$$

где $S_R = S_7 = S_6 + W_{6-7} = S_6 + (q_{\text{Л}} + q'_{\text{Р}})l_{\text{Г}}\omega + q_{\text{Л}}h$ — натяжение ленты в конечной точке вогнутого участка при загруженной ленте до начала кривой и порожней ленте на самом криволинейном участке, Н; схема такой загрузки конвейера приведена на рис. 4.2; ω — коэффициент сопротивления движения ленты; K_R — коэффициент, имеющий следующие значения: при грузовых натяжных устройствах $K_R = 1,2$ для резинотканевых лент и $K_R = 1,3$ для резинотросовых лент; при лебедочных натяжных устройствах $K_R = 1,4$ для резинотканевых лент и $K_R = 1,5$ для резинотросовых лент; K'_R — коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера (при $\beta = 0-8^\circ$ $K'_R = 1$, при $\beta = 9-12^\circ$ $K'_R = 1,04$, при $\beta = 13-15^\circ$ $K'_R = 1,07$, при $\beta = 16-18^\circ$ $K'_R = 1,1$; S_6 и S_7 — натяжение ленты из расчета режима II.

В формулы определения радиуса R_2 и натяжения S_R необходимо подставлять нагрузку $q_{\text{Л}}$ от фактически принятой ленты.

В исключительных случаях, когда нет возможности принять необходимое значение радиуса R_2 , в местах возможного соприкосновения незагруженной ленты со строительными конструкциями необходимо устанавливать специальные ограничительные устройства с прямой роликоопорой или барабаном.

Проверка конвейера на самоторможение

В некоторых случаях при отключении привода для остановки конвейера возможно самопроизвольное обратное движение ленты под действием веса груза на наклонных участках. В этом случае привод должен снабжаться тормозом.

Для проверки берется наиболее неблагоприятный случай, когда груз имеется только на наклонном участке. Тогда усилие, стремящееся сдвинуть ленту вниз, будет равно $q_{\text{ГР}}H$, а сопротивление, препятствующее обратному движению ленты, составит

$$W_{\text{ОБР}} = (2q_{\text{Л}} + q'_{\text{Р}} + q''_{\text{Р}})L\omega' + q_{\text{ГР}}L_2\omega'. \quad (4.46)$$

Если $q_{\text{ГР}}H < G_{\text{T}}W_{\text{ОБР}}$ ($G_{\text{T}} = 0,55\text{--}0,65$ — коэффициент возможного уменьшения сопротивления движению), то тормоз не нужен. В противном случае — ставят тормоз.

Тормозной момент, необходимый для удержания барабана от обратного вращения, M_{T} , определяется по формуле

$$M_{\text{T}}^{\text{Б}} = (q_{\text{ГР}}H - G_{\text{T}}W_{\text{ОБР}}) \frac{D_{\text{Б}}}{2}. \quad (4.47)$$

Тормоз устанавливается на быстроходном валу и выбирается по расчетному тормозному моменту, M_{T} , на этом валу

$$M_{\text{T}}^{\text{Д}} = k_{\text{ЗТ}} \frac{M_{\text{T}}^{\text{Б}}}{i_{\text{Р}}} \eta_0, \quad (4.48)$$

где $i_{\text{Р}}$ — передаточное отношение редуктора (передачи); η_0 — КПД привода; $k_{\text{ЗТ}}$ — коэффициент запаса торможения при рабочем движении груза на наклонном участке вверх $k_{\text{ЗТ}} = 1$, при движении вниз $k_{\text{ЗТ}} = 1,25$.

Тормоза принимаются типа ТКТ, при повышенной частоте включения — ТКП, при больших тормозных моментах — ТКГ и ТКТГ. Последние устанавливают также при выборе тормоза по расчетной точности остановки конвейера.

4.7. Принципиальное решение металлоконструкций

На чертеже общего вида конвейера должны быть представлены все металлоконструкции в объеме, достаточном для дальнейшего рабочего проектирования. Размеры рам необходимо принимать по минимально возможной величине с учетом их унификации по ширине ленты и погонной нагрузки.

Поставленная задача решается в пять этапов:

- 1) на дополнительном виде или разрезе в масштабе от 1:5 до 1:50 наносятся контуры сборочных единиц с точками их опирания на проектируемые металлоконструкции;
- 2) намечается возможное положение осей несущих элементов и составляется расчетная геометрическая схема металлоконструкции;
- 3) выполняется проектный расчет с определением сечений всех несущих элементов металлоконструкции;

- 4) заканчивается черчение разрезов, прочерчивая на них металлоконструкции и стандартные сборочные единицы;
- 5) уточняется расчетная схема.

Как правило, узел изображается в одной-двух проекциях. Только для сложных рам, таких как для приводной станции, иногда приходится выполнять третью проекцию или ряд дополнительных частных видов и разрезов. Масштаб выбирается из условий, чтобы хорошо был виден тип профиля и примерный его размер. Количество размеров на разрезах должно быть минимальным и определяться задачей, поставленной при решении вопроса о необходимости помещения вида или разреза на чертеже. Как правило, проставляются только присоединительные размеры, дающие возможность определить высоту рамы с учетом наличия возможных компенсаторов допусков при изготовлении оборудования, металлоконструкций, зданий и сооружений.

Пример рационального размещения размеров на чертеже концевого барабана дан на рис. 4.4.

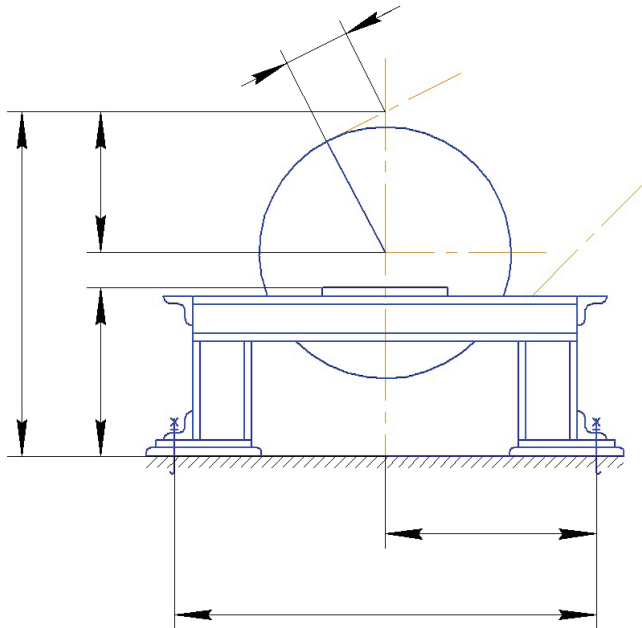


Рис. 4.4. Установка концевого барабана

Размещать узлы на чертеже желательно в непосредственной близости от места их расположения на общем виде, причем главный вид

узла должен быть размещен точно так же, как и на общем виде конвейера [9]. Остальные проекции изображаются в соответствии с правилами размещения проекций по ГОСТ 2.305–68.

4.7.1. Компенсация стандартных допусков

При сборке и монтаже унифицированных механизмов и металлоконструкций конвейеров очень часто оказывается, что требуемая точность сопряжения элементов между собой выше, чем точность их изготовления. Для обеспечения необходимой точности сборки предусматриваются специальные детали, которые обрабатываются по заданному размеру после определения действительных размеров сборочных единиц, входящих в данный механизм (опорные пластики). Очень часто такие детали подбираются при выверке оборудования и не крепятся к несущим конструкциям (регулирующие прокладки). Таким образом можно компенсировать только постоянные отклонения от точных размеров. Если в процессе работы взаимное положение теоретически неподвижных элементов изменяется в процессе эксплуатации за счет упругих деформаций при переменных нагрузках или пластических невозвратимых деформаций (например, осадка фундаментов, пластические деформации за счет случайных нагрузок и т. д.), то необходимо предусматривать специальные устройства, которые позволяют компенсировать возможные перемещения, не создавая дополнительных нагрузок на элементы конвейера.

В дальнейшем любые устройства или детали, обеспечивающие требуемую точность сборки или сохраняющие величины и характер нагрузок на элементы при их деформации, будем называть «компенсаторами стандартных допусков».

Особое внимание необходимо обратить на компенсацию допусков при сборке:

- двигателя и редуктора;
- редуктора и барабана;
- металлоконструкций конвейера со строительными конструкциями зданий и сооружений.

Компенсация стандартных допусков между двигателем и редуктором, редуктором и барабаном осуществляется подбором типа муфты, компенсирующей упругие деформации, и плоскими пластинами (пла-

тиками), приваренными к металлоконструкциям, компенсирующим неточности изготовления. Толщину платиков принимают на 5–10 мм больше суммы нормальных допусков на изготовление. После изготовления металлоконструкций поверхности платиков обрабатываются под точные размеры. Иногда, если отсутствует необходимое оборудование, пластики не приваривают к металлоконструкциям. Выполняют контрольную сборку механизма, на основании которой определяют точные размеры платиков и обрабатывают их на станках с заданной точностью. Устанавливают пластики и повторно контролируют сборочные размеры. Убедившись в точности монтажа, приваривают пластики. Как правило, необходимую точность обработки принимают с учетом характеристик муфт, передающих крутящий момент. Необходимо уметь четко обосновать принятый тип муфты и допуски на сборку. Если обработка под размер производится после изготовления металлоконструкций, то это необходимо отразить в технических условиях.

Наибольшая величина компенсатора стандартных допусков получается при монтаже металлоконструкций конвейера на строительные конструкции зданий и сооружений.

В настоящее время нашли несколько способов компенсации неточности установки конвейера на строительные конструкции.

1. Укладка металлической полосы толщиной 5–8 мм и шириной до 100 мм на бетонные и железобетонные перекрытия. Толщина компенсирующего слоя «жирного» цемента, заливаемого после точного монтажа полосы, достигает 20–30 мм. Металлоконструкции конвейера к полосе крепятся короткими сварными швами. Примерная конструкция компенсатора изображена на рис. 4.5.

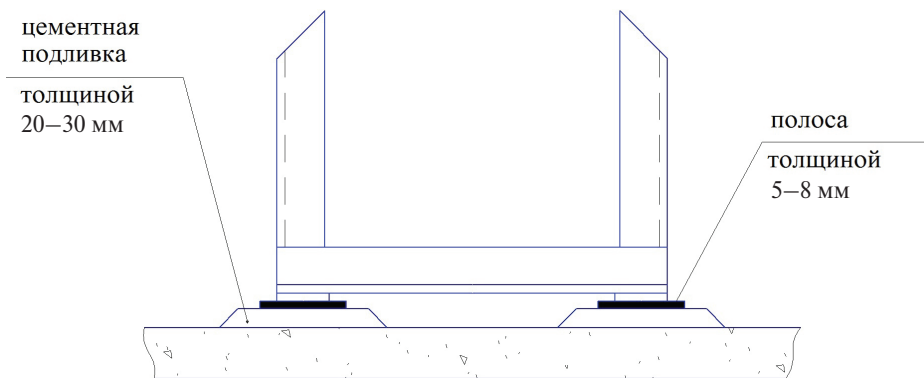


Рис. 4.5. Компенсатор стандартных допусков в виде металлической полосы

2. Закладка специальных, точно смонтированных опорных прогонов в зданиях и галереях, выполненных в виде металлических ферм.

3. Установка опорных прогонов, изготовленных из швеллеров, производится после монтажа металлоконструкций зданий и сооружений с точностью, отвечающей требованиям сборки конвейера.

4. Закладка деревянных брусьев, к которым крепится конвейер на болтах для дерева (глухарях). Конструкция показана на рис. 4.6.

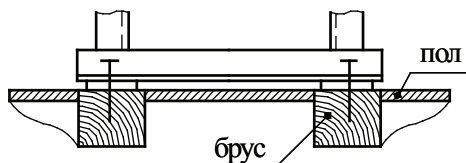


Рис. 4.6. Компенсатор стандартных допусков в виде деревянных балок

Колодцы для размещения анкерных болтов предусматриваются в бетонных и железобетонных конструкциях зданий и сооружений. Глубину колодца принимают от 20 и 40 диаметров крепежных болтов. Размер в плане — от 50 до 100 мм в зависимости от диаметра болта и точности размещения колодцев. Во время строительных работ колодцы закрываются деревянными пробками, которые удаляются при монтаже конвейера, и после невилировки металлоконструкций колодцы цементируются.

Над поверхностью бетонных перекрытий предусматривается компенсирующая цементная подливка толщиной 20–30 мм. Примерная конструкция показана на рис. 4.7.

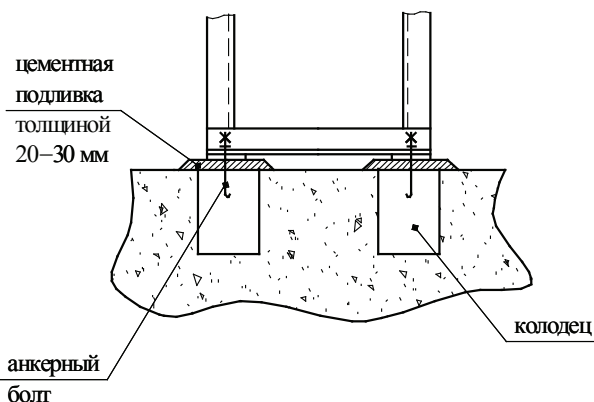


Рис. 4.7. Крепление конвейеров при помощи анкерных болтов, размещенных в колодцах

Закладка трубок для пропускания крепежных болтов показана на рис. 4.8. Применяется для крепления легких опор конвейеров к железобетонным перекрытиям зданий и сооружений.

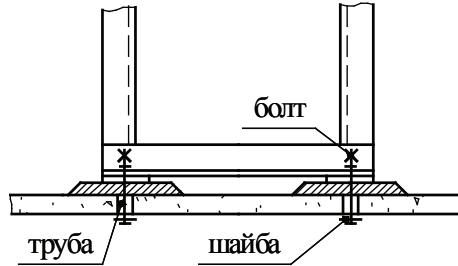


Рис. 4.8. Крепление конвейера болтами, размещенными в трубах

Способ крепления конвейера и компенсации стандартных допусков должен быть предусмотрен в проекте конвейера на чертежах общего вида. Кроме того, на каждый болт должны быть заданы нагрузки (как вертикальная, так и горизонтальная ее составляющие).

4.7.2. Приближенный проектный метод расчета металлоконструкций на прочность

В большинстве приближенных проектных методов расчета металлоконструкций конвейеров используют прием замены лишних связей в статически неопределимых системах шарнирным соединением, что позволяет во многих случаях привести расчет к одной из трех расчетных схем: балке на двух опорах, консольно закрепленной балке, или балке, защемленной с двух концов [9]. Так как для большинства типовых решений металлоконструкций напряжения от растяжения и сжатия значительно меньше напряжений от изгиба, то в проектных расчетах растягивающие и сжимающие усилия не учитываются.

При правильном использовании этого метода напряжения в интересующем нас сечении несущего элемента металлоконструкций могут быть определены с достаточной точностью. Выбирая схему, необходимо помнить, что подобные расчеты справедливы только для одного сечения, для которого и составлена упрощенная расчетная схема. После выбора основных параметров рамы металлоконструкций конвейера, в случае необходимости, выполняется уточненный расчет ме-

тодами, изложенными в курсе строительной механики. Так как большинство металлоконструкций нагружены симметрично относительно продольной оси конвейера, все расчетные силы отнесены не к отдельному несущему элементу, а ко всем, находящимся в данном сечении. Такая методика позволяет легко варьировать количество несущих элементов в сечении, выбирая оптимальное количество и конструкцию стандартных прокатных профилей.

В качестве примера рассмотрим приближенные методы расчета рам средней секции конвейера и металлоконструкций под барабаны.

4.7.3. Рама средней части конвейера

В настоящее время наибольшее распространение получили металлические опорные конструкции средней части конвейера, приведенные на рис. 4.9.

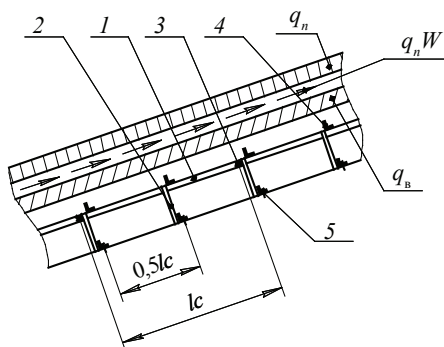


Рис. 4.9. Расчетные нагрузки на раму средней части конвейера на наклонном участке

Продольные балки 1 опираются на стойки 2, размещенные на расстоянии 3–4 м друг от друга. Для придания секции металлоконструкций жесткости в поперечном направлении около стоек ставятся две горизонтальные связки 4.

Для удобства монтажа и транспортирования рама средней части конвейера собирается из стандартных секций длиной 5–8 метров.

Между собой секции соединяются болтами 3, обеспечивающими свободный поворот секции в вертикальной плоскости. К зданиям и сооружениям рама крепится болтами или сварными швами 5.

На наклонных и горизонтальных участках трассы используются одни и те же рамы.

Все внешние нагрузки по особенностям их воздействия на раму конвейера можно объединить в три группы [9]:

- 1) составляющая равномерно распределенной нагрузки от тягового органа и транспортируемого материала, направленная перпендикулярно продольной балке рамы,

$$q_{\perp} = (m_{\perp} + m_{\text{м}})g \cos \beta,$$

где m_{\perp} — масса одного погонного метра ленты; $m_{\text{м}}$ — масса транспортируемого материала, приходящегося на один метр длины конвейера; g — ускорение свободного падения; β — угол наклона конвейера;

- 2) сопротивления вращению роликоопор конвейера, направленных вдоль ригеля рамы

$$q_{\tau} = q_{\perp} \omega,$$

где ω — коэффициент сопротивления вращению ролика;

- 3) равномерно распределенная нагрузка от веса верхних и нижних роликоопор

$$q_{\text{в}} = \left(\frac{m_{\text{РВ}}}{a_{\text{в}}} + \frac{m_{\text{РН}}}{a_{\text{н}}} \right) gG,$$

где $m_{\text{РВ}}$ — масса верхнего ролика; $m_{\text{РН}}$ — масса нижнего ролика; $a_{\text{в}}$ — шаг верхних роликов; $a_{\text{н}}$ — шаг нижних роликов; G — коэффициент, учитывающий массу металлоконструкций. В приближенных расчетах его обычно принимают от 1,25 до 1,35.

Расчетные нагрузки на наклонном участке трассы приведены на рис. 4.10. Для ленточных конвейеров сопротивление вращению роликоопор определяется по формуле (4.6).

Если соединение секций произвести в непосредственной близости у одной из двух стоек, то, пренебрегая влиянием защемления на второй стойке, в расчетную схему условно вводим шарнир. После такого допущения расчетная схема продольного пояса секции рамы средней части конвейера примет вид, приведенный на рис. 4.11.

Составляющая силы, направленная вдоль тягового органа от груза и тягового органа, воспринимается приводным барабаном и на несущем

шие продольные балки не передается. Продольная составляющая от веса роlikоопор и металлоконструкций создает незначительные напряжения и в приближенных расчетах не учитывается.

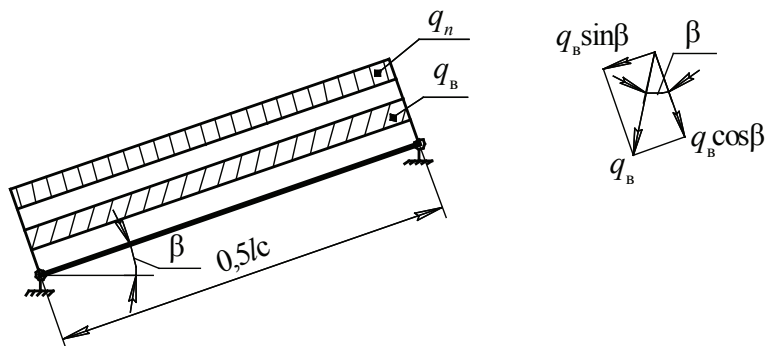


Рис. 4.10. Упрощенная расчетная схема несущих продольных балок наклонной рамы

В результате принятых допущений суммарная погонная нагрузка на один метр длины рамы может быть определена по формуле

$$q_p = (q_{\text{л}} + q_{\text{в}}) \cos \beta.$$

Учитывая, что в реальных конструкциях конвейеров $\cos \beta$ больше 0,95, для унификации металлоконструкций рам в приближенных расчетах принимаем $\cos \beta = 1$.

Опорные стойки рамы конвейера на наклонном участке устанавливаются перпендикулярно направлению движения тягового органа. В соответствии с расчетной схемой (см. рис. 4.11) стойки работают на сжатие от веса движущихся частей тягового органа с грузом. От веса роlikоопор и металлоконструкций рамы, кроме сжимающей составляющей усилия, появляется изгибающий момент.

Учитывая, что сжимающие силы создают незначительные напряжения, размеры поперечного сечения стойки в первом приближении определяем из условия изгиба составляющей реакции в точке А, параллельной балке рамы.

Упрощенная расчетная схема стоек рамы на наклонном участке трассы приведена на рис. 4.12.

Величина изгибающей составляющей реакции опоры в точке А рассчитывается по формуле:

$$H = 0,5q_B l_C \cdot \sin \beta,$$

где q_B — равномерно распределенная нагрузка от верхних и нижних роlikоопор; l_C — длина секции рамы.

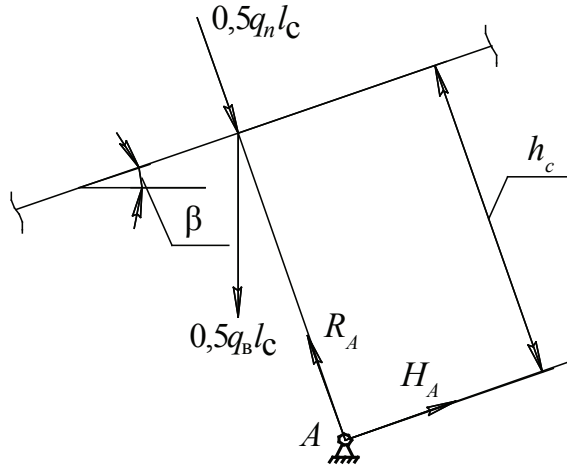


Рис. 4.11. Расчетная схема стоек рамы на наклонном участке

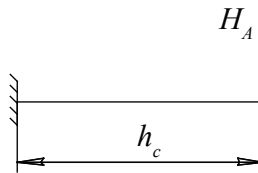


Рис. 4.12. Упрощенная расчетная схема стоек рамы на наклонном участке

В дальнейшем принятые размеры стойки проверяют с учетом всех сил в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 4.15.

4.7.4. Рама под барабан

Рамы под барабан воспринимают значительные усилия, которые возникают в тяговом органе конвейеров.

Расчетная схема внешних нагрузок, действующих на раму, приведена на рис. 4.13, где приняты следующие условные обозначения:

S_H — усилие в набегающей ветви тягового органа,

S_C — усилие в сбегающей ветви,

m_B — масса барабана,
 m_B — масса перегрузочной воронки,
 M_p — момент на приводном барабане.

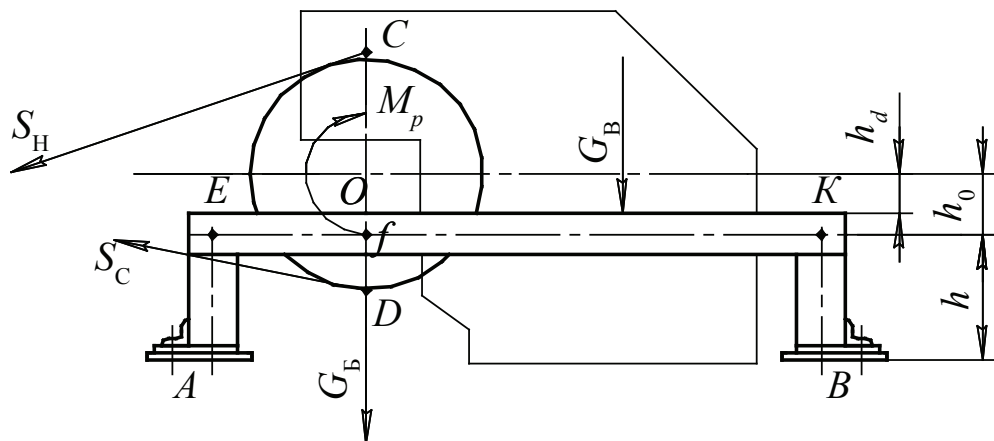


Рис. 4.13. Внешние нагрузки, действующие на раму под барабан

Иногда на вертикальную стойку крепится отклоняющий барабан, который, как правило, уменьшает максимальный изгибающий момент. Поэтому в приближенном методе расчета не учитываются нагрузки, возникающие на отклоняющем барабане [8]. Вес рамы в расчетах не учитываем, компенсируя его влияние на прочность понижением расчетных допускаемых напряжений.

В соответствии с требованиями общепринятой методики расчетов все внешние силы должны быть приложены к оси, определяющей положение центра тяжести поперечного сечения элемента, на который действуют внешние силы. Приведение сил выполняется в три этапа.

Силы S_H и S_C переносятся по линии их действия в точки пересечения с вертикальным диаметром барабана и раскладываются на горизонтальную и вертикальную составляющие (см. рис. 4.14). Все действующие силы из точек C и D переносим на ось вращения барабана, добавляя моменты, создаваемые параллельным перемещением сил (см. рис. 4.15).

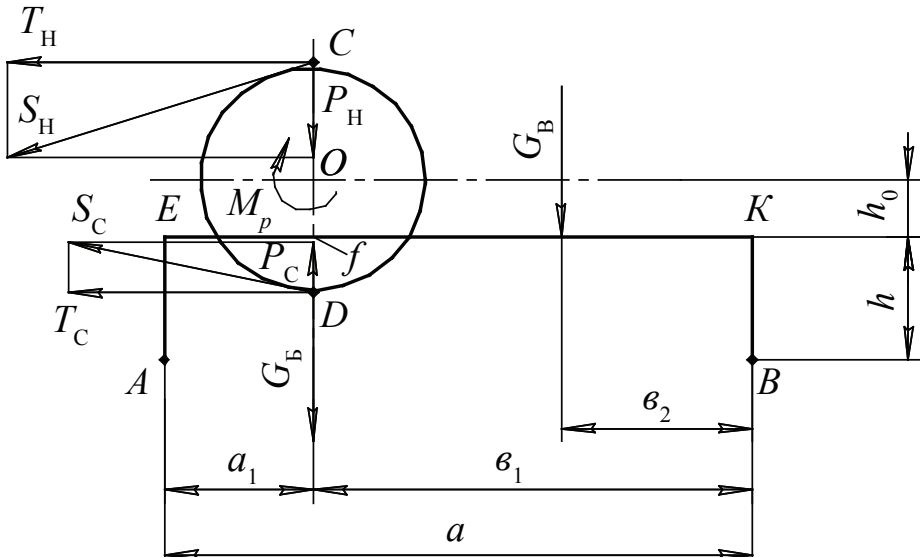


Рис. 4.14. Разложение внешних сил на горизонтальную и вертикальную составляющие

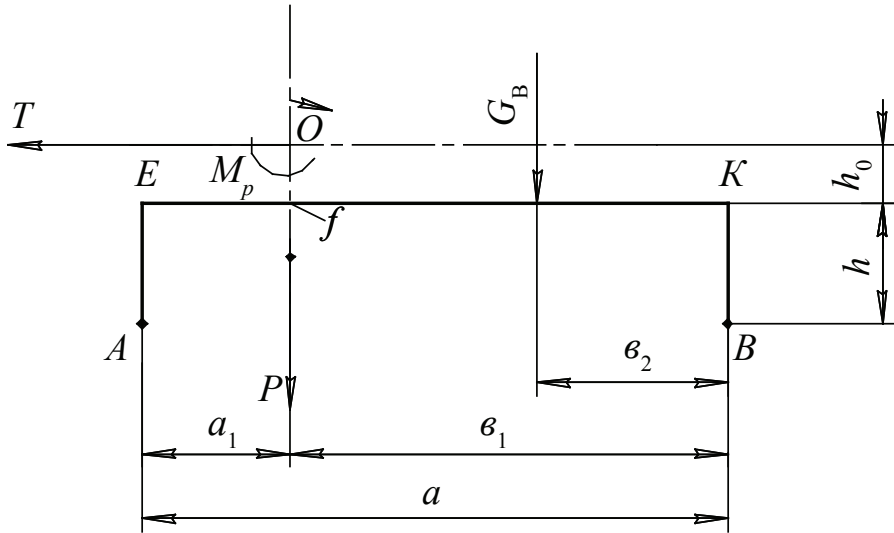


Рис. 4.15. Приведение сил на ось барабана

Сумма моментов относительно оси барабана всегда равна нулю, поэтому в соответствии с рис. 4.14 на раму будут действовать силы, величины которых рассчитываем по формулам:

$$T = T_{\text{НБ}} + T_{\text{СБ}}; \quad (4.49)$$

$$P = P_{\text{НБ}} + P_{\text{СБ}} + G_{\text{Б}}; \quad (4.50)$$

$$G_{\text{Б}} = m_{\text{Б}} g; \quad (4.51)$$

$$M_f = T \cdot h_0. \quad (4.52)$$

Силы, приложенные к оси вращения барабана, переносим на ось горизонтальной балки EK в точку f .

В результате расчетная схема внешних сил, действующих на раму под барабан, примет вид, изображенный на рис. 4.16.

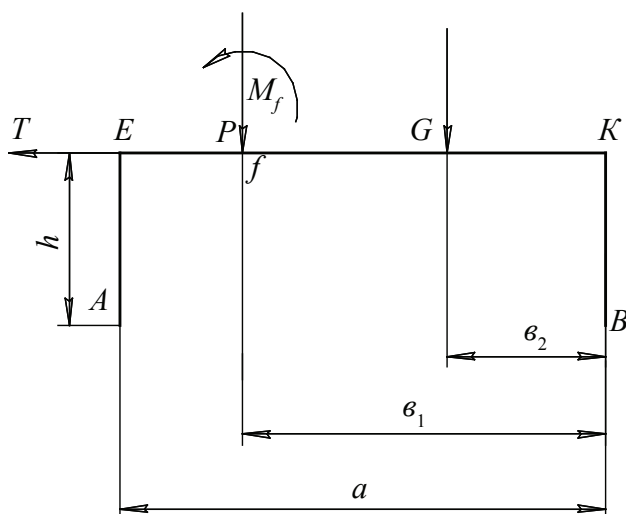


Рис. 4.16. Расчетная схема рамы под барабан

Наиболее часто встречаются три варианта конструкции рамы и способа ее крепления к зданиям и сооружениям.

1. Рама не имеет нижней связи и закреплена черными болтами, недостаточно затянутыми.

При возникновении горизонтального усилия T сила трения между стойкой рамы и опорной поверхностью фундамента не может удерживать конструкцию, которая начнет перемещаться до тех пор, пока зазор в отверстии под болт одной из стоек не будет выбран.

Дальнейшее перемещение рамы становится невозможным. Горизонтальная составляющая силы начинает передаваться на оставшуюся стойку. Так как невозможно предугадать, которая из стоек оста-

новится раньше, то необходимо рассмотреть в расчетах оба варианта. Как правило, наибольший момент в горизонтальной балке EK возникает при закреплении стойки KB , поэтому за расчетную схему принимаем вариант, предложенный на рис. 4.16.

Максимальная величина горизонтальной составляющей усилия на опоре H_B и вертикальные составляющие R_A и R_B рассчитываем по формулам:

$$H_B = T;$$

$$R_A = \frac{Th + R_{B1} + G_{B2} + M_f}{a};$$

$$R_B = P + G_2 - R_A.$$

Примерный характер эпюры изгибающих моментов приведен на рис. 4.17.

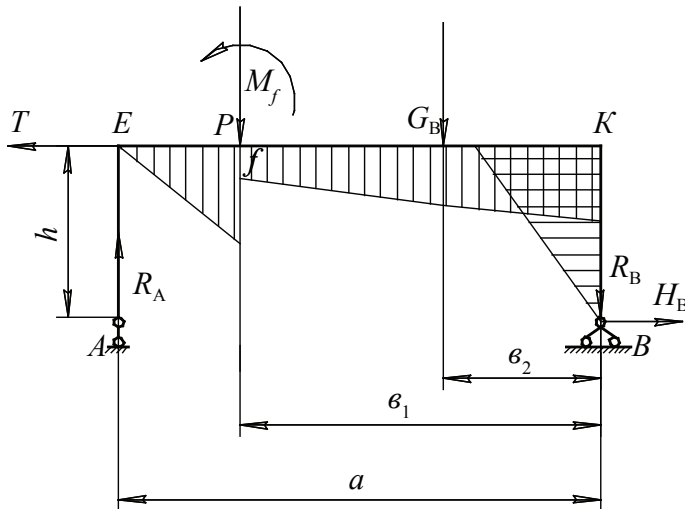


Рис. 4.17. Эпюра изгибающих моментов при возможности горизонтального смещения стойки

2. Если момент в точке K больше, чем момент на оси горизонтального ригеля EK в точке f , то целесообразно ввести нижнюю горизонтальную связь (затяжку), которая уменьшит изгибающий момент в точке K . Расчетная схема действующих сил и эпюра изгибающих моментов приведены на рис. 4.18.

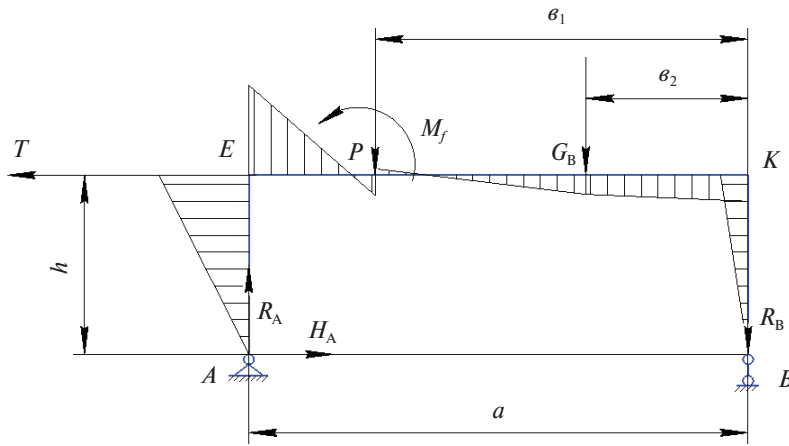


Рис. 4.18. Эпюра изгибающих моментов рамы с нижней горизонтальной связью

Величину составляющих опорных реакций определяем по формулам:

$$H_A = T;$$

$$R_A = \frac{Th + P_{B1} + G_{B2} + M_f}{a};$$

$$R_B = P + G_2 - R_A.$$

Данная система является статически неопределимой ($i = 1$), поэтому необходимо построение эквивалентной системы с заменой внутренних связей в затяжке неизвестной силой, построение единичной и грузовой эпюр изгибающих моментов с последующим вычислением единичных перемещений с помощью интеграла Мора.

В качестве горизонтальной связи можно использовать несущие конструкции зданий и сооружений, но в этом случае должна быть устранена возможность перемещения стоек в горизонтальной плоскости. Чтобы гарантировать неподвижность рамы, крепежные болты необходимо затягивать с такой силой, которая обеспечит отсутствие проскальзывания за счет сил трения.

Если рама крепится к строительным металлоконструкциям, то ее можно приварить, расчет швов должен производиться с учетом как горизонтальной, так и вертикальной составляющей усилия.

Вместо гарантированной затяжки черных болтов можно применять для крепления рамы чистые болты, обеспечивающие отсутствие горизонтальных перемещений металлоконструкций. Однако из-за технологических трудностей такой метод крепления рам в настоящее время применяется редко.

3. Стойки рамы жестко защемлены в опорных фундаментах или приварены к металлоконструкциям зданий и сооружений способом, исключающим поворот опорного сечения.

В местах заделки стоек возникнут моменты от продольной и поперечной силы.

Данная система также является статически неопределимой ($i = 3$). После построения единичной и грузовой эпюр изгибающих моментов и продольных сил с использованием интеграла Мора вычисляются единичные перемещения для нахождения неизвестных моментов и сил. Результирующая эпюра изгибающих моментов приведена на рис. 4.19.

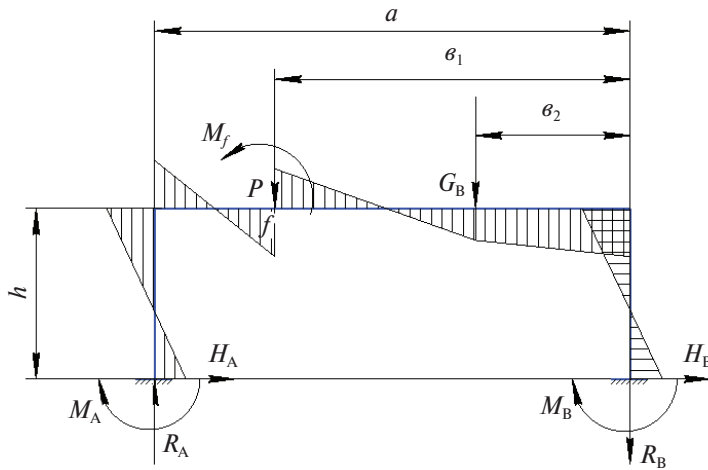


Рис. 4.19. Реакции опор и эпюра изгибающих моментов при защемлении стоек

Максимальный момент, изгибающий стойки рамы при этом способе крепления в четыре раза меньше, чем при использовании черных болтов без затяжки.

После построения эпюр изгибающих моментов и продольных сил для всех рассмотренных вариантов закрепления, прочность элементов рамы:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \leq R_y \cdot \gamma_c,$$

где N — максимальное значение на эпюре продольных сил; A — площадь сечения швеллера; M — максимальное значение на эпюре изгибающих моментов; W — момент сопротивления сечения швеллера; R_y — нормативное сопротивление материала (при расчете конструкции на прочность — это предел текучести материала); $\gamma_c = 0,95$ — коэффициент условий работы.

В приведенных выше расчетах рамы под приводной барабан не учитывалось влияние собственного веса металлоконструкции. Кроме того, рамы должны обладать достаточной жесткостью и не иметь значительных упругих деформаций при изменении действующих нагрузок.

Список библиографических ссылок

1. Спиваковский А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины : учеб. пособие для машиностроительных вузов. — 3-е изд., перераб. — М. : Машиностроение, 1983. — 487 с.: ил.
2. Шахмейстер Л. Г., Дмитриев В. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. — М. : Машиностроение, 1987. — 336 с.
3. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / В. И. Галкин [и др.]. — 2-е изд. — М. : Издательство «Горная книга», 2011. — 545 с.
4. Зеленский О. В. Справочник по проектированию ленточных конвейеров. — СПб. : Недра, 2009. — 376 с.: ил.
5. Катрюк, И. С., Мусияченко Е. В. Машины непрерывного транспорта. Конструкции, проектирование и эксплуатация : учеб. пособие. — Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2006. — 266 с.
6. Ромакин Н. Е. Конструкция и расчет конвейеров : справочник. — Старый Оскол : ТНТ, 2012. — 504 с.
7. Конвейеры : справочник / Р. А. Волков [и др.]; ред. Ю. А. Пертен. — Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. — 367 с.: ил.
8. Соколов С. А. Строительная механика и металлические конструкции машин : учебник. — СПб. : Политехника, 2012. — 422 с.: ил.
9. Яковлев П. В., Стоцкая Л. В. Ленточные конвейеры : методические указания по проектированию машин непрерывного транспорта. — Свердловск : изд. УПИ им. С. М. Кирова, 1983. — 33 с.
10. Машины непрерывного транспорта : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / Р. Л. Зенков [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1987. — 432 с.
11. Комплектующие изделия для конвейеров: мотор-барабаны, барабаны приводные, барабаны не приводные, ролики. — Электрон. каталог. — СПб. : НТЦ «Редуктор», 2004. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

12. Редукторы цилиндрические, коническо-цилиндрические серии ES. — Электрон. каталог. — СПб. : НТЦ «Редуктор», 2004. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
13. Электродвигатели, преобразователи частоты, устройства плавного пуска. — Электрон. каталог. — СПб. : НТЦ «Редуктор», 2004. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
14. Конвейеры ленточные, винтовые (шнеки), цепные, комплектующие изделия, мотор-барабаны. — Электрон. каталог. — СПб. : НТЦ «Редуктор», 2004. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Приложение 1

Характеристика сыпучих грузов

Транспортируемый груз, крупность, мм	Насыпная плотность γ , т/м ³	Угол естественного откоса в покое ϕ , град	Наибольший допустимый угол наклона конвейера на подъем β_{\max} , град	Группа абразивности
Агломерат: железной руды, 0–150 свинцовой руды	1,7–2,0 2,5–3,5	45 40–50	16–18 18	Д Д
Антрацит: рядовой мелкий сухой	0,8–1,0 0,8–0,95	40–45 35–45	16–17 17–18	С С
Асбест	0,4–0,7	45–50	16–18	С
Брикеты: бурого угля угольные сухие	0,7–1,0 1,0–1,1	35–40 35–40	14 16–18	В, С В, С
Боксит: дробленый, 0–60 дробленый, 0–350	1,4–2,0 1,5–2,2	30–40 35–45	16–18 12	С, Д С, Д
Бурый железняк	1,8–2,1	35–45	18	Д
Галька круглая сухая	1,5–1,8	30	10	В
Гипс: порошкообразный мелкокусковой	0,6–0,95 1,2–1,35	40 40	22 18	А А
Глина: мелкокусковая сухая крупнокусковая влажная	0,9–1,6 1,4–1,6	35 45–50	16 20–22	В В
Гравий: влажный мытый несортированный сортированный сухой керамзитовый	1,8–1,9 1,3–1,5 1,2–1,45 0,6–0,8	40–50 35–40 30–35 30–40	20 18 18 13–15	С С В А
Гранит, 0–80	1,5	35–45	18	Д
Доломит: сырой необожженный, 50–80	1,5–1,6 1,6–1,7	40 35	18–20 18	С С
Земля: грунтовая влажная грунтовая сухая	1,6–2,0 1,1–1,6	35–45 30–45	22 18	С С
Зола сухая	0,6–0,9	45–50	18	Д

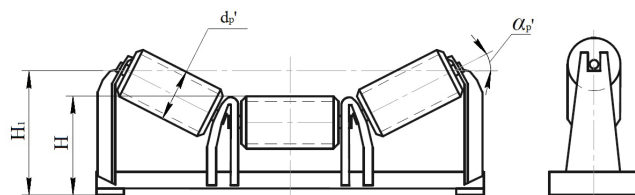
Транспортируемый груз, крупность, мм	Насыпная плотность γ , т/м ³	Угол есте- ственного откоса в по- кое ϕ , град	Наибольший допу- стимый угол наклона конвейера на подъем β_{\max} , град	Группа абразив- ности
Известняк:				
мелкокусковой	1,4–1,5	35–40	18	В
средне- и крупнокусковой	1,5–1,7	40–45	16	В
флюсовый	1,6	40	18	В
дробленый	1,4–1,7	40–45	18	В
Известь:				
негашеная средне- и круп- нокусковая	1,65–1,75	40–50	18	С
порошкообразная сухая	0,5–0,9	40–50	22	В
гашеная	0,4–0,8	40–45	18	В
хлорная воздушно-сухая	0,6–0,8	45–50	20	В
Камень мелко- и среднеку- сковой рядовой	1,3–1,5	35–40	18	Д
Кокс металлургический	0,45–0,5	30–40	15	Д
Коксик и коксовая мелочь	0,6–0,9	35–45	18	Д
Колчедан:				
серный рядовой	1,25–2,5	45	17	С
флотационный	1,8	38–40	17	С
Концентрат:				
апатитовый	1,3–1,7	30–40	16	С
железный влажный, 0–0,1	3,0–5,0	30–50	22	Д
железный и полиметалли- ческих руд сухой, 0–1	2,8–3,0	30–50	18	Д
марганцевых руд, 0–3	1,5–1,8	30–50	20	Д
медный	2,0–2,2	30–50	20	Д
нефелиновый	1,3–1,7	25–35	15–17	А
никелевый	2,2–2,3	40–50	20	Д
цинковый	1,8–2,1	40–50	20	Д
Мел мелкокусковой	1,2–1,4	40	18	В
Огарок колчеданный ох- лажденный	1,4–1,8	35	18	С
Окатыши железорудные	1,8–2,5	30–35	12–13	С
Песок:				
природный и дробленый при влажности до 5 %	1,5–1,65	35–45	18–20	Д
природный и дробленый при влажности до 20 %	1,5–1,65	25–30	14	Д
чистый формовочный су- хой	1,4–1,5	35–40	15	Д
Песчано-гравийная смесь природная при влажности до 5 %	1,5–2,0	40–45	18	Д

Транспортируемый груз, крупность, мм	Насыпная плотность γ , т/м ³	Угол естественного откоса в покое ϕ , град	Наибольший допустимый угол наклона конвейера на подъем β_{\max} , град	Группа абразивности
Порода грунтовая (вскрыша)	1,6–1,7	45–40	20	С
Руда: асбестовая	1,6–1,8	35–40	18	В
Руда: вольфрамомолибденовая	1,9–2,0	35–40	18–20	Д
железная крупнокусковая, 0–350	2,2–3,6	35–45	16	Д
марганцевая, 0–25	1,7–1,9	35–45	18–20	Д
медная	1,7–1,8	35–45	18–20	Д
никелевая	2,0–2,5	35–45	18–20	Д
полиметаллическая, 0–120	2,0–4,5	35–45	18–20	Д
свинцово-цинковая	2,0–2,4	40–45	18–20	Д
Сера гранулированная	1,4	45	18	Д
Сода двууглекислая порошкообразная	1,0	44	18	С
Соль: калийная	1,1	45	18	С
каменная кусковая	0,8–1,8	30–50	18	С
Суперфосфат из апатита гранулированный	1,0	45	18	С
Уголь: бурый сухой	0,6–0,9	35–45	16–18	В
бурый влажный	0,8–1,0	40–50	18	В
каменный рядовой	0,8–1,1	30–45	18	В
Формовочная смесь: выбитая (горелая)	1,2–1,3	30–45	22	С
готовая	1,6	40–45	20–24	С
Цемент воздушно-сухой	1,0–1,5	30–40	20	Д
Шлак: каменноугольный	0,6–0,9	35–50	20	Д
гранулированный	0,6–1,0	45–55	—	—
Штыб сухой	0,9	30–45	20	С
Щебень: гранитный сухой	1,35–1,8	35–45	18	Д
известняковый доломитовый	1,25–1,35	35–45	18	В

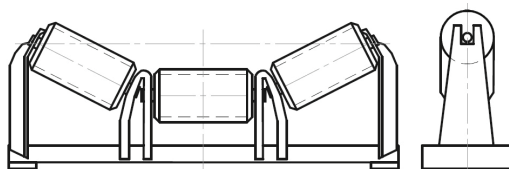
Примечания: 1. Предельный угол наклона конвейера, работающего на спуск, не более 6–12°. 2. Большие значения угла β_{\max} можно принимать при наличии перед наклонным участком горизонтального участка. 3. Приведенные в таблице сведения ориентировочные.

Приложение 2

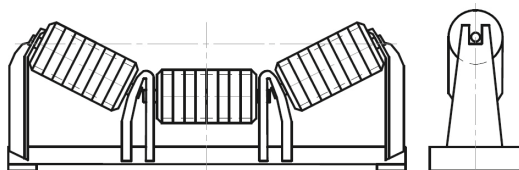
Роликоопоры

Верхние желобчатые, $\alpha'_p = 30^\circ$ (Нормаль Е101-П-6-83)

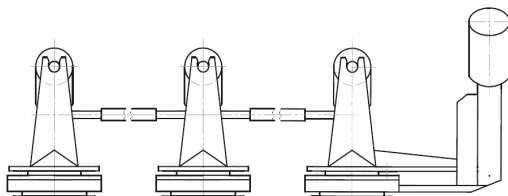
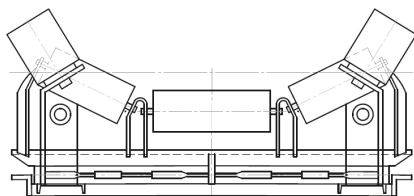
Ширина ленты, мм	Типоразмер роликоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликоопор
		H	H ₁	общая	вращающихся частей	
800	Ж80-127-30	240	320	36,4	17,9	Верхняя ветвь ленты: на прямолинейном и криволинейном вогнутом участках; на криволинейном выпуклом участке; в местах загрузки при $a_{\max} < 60$ мм и высоте падения груза не более 0,3 м
	Ж80-159-30	280	360	62,5	38	
1000	Ж100-127-30	240	320	42	20,7	
	Ж100-159-30	280	360	75	43	
1200	Ж120-127-30	240	320	48,2	24,3	
	Ж120-159-30	280	360	90	50	

Верхние желобчатые футерованные, $\alpha'_p = 30^\circ$ (Нормаль Е101-П-7-83)

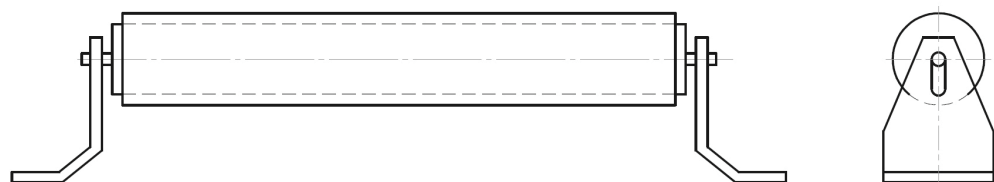
Ширина ленты, мм	Типоразмер роликоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликоопор
		H	H ₁	общая	вращающихся частей	
800	ЖФ80-127-30	245	320	39,8	21,3	То же при транспортировании абразивных или агрессивных грузов
	ЖФ80-159-30	285	360	67	42,2	
1000	ЖФ100-127-30	245	320	46,2	24,9	
	ЖФ100-159-30	285	360	80	48	
1200	ЖФ120-127-30	245	320	53,3	29,4	
	ЖФ120-159-30	285	360	95	55	

Верхние желобчатые амортизирующие, $\alpha'_p = 30^\circ$ (Нормаль Е101-П-8-83)

Ширина ленты, мм	Типоразмер роликоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликоопор
		H	H_1	общая	вращающихся частей	
800	ЖА80-127-30	240	320	41,9	24	Верхняя ветвь ленты: в местах загрузки при $a_{\max} > 60$ мм и высоте падения груза до 1–1,5 м
	ЖА80-159-30	280	360	60	33	
1000	ЖА100-127-30	240	320	48,3	28	
	ЖА100-159-30	280	360	70	39	
1200	ЖА120-127-30	240	320	59,5	32	
	ЖА120-159-30	280	360	84	46	

Верхние желобчатые центрирующие, $\alpha'_p = 30^\circ$ (Нормаль Е101-П-9-83)

Ширина ленты, мм	Типоразмер роликоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликоопор
		H	H_1	общая	вращающихся частей	
800	ЖЦ80-127-30	249	300	256	17,9	Верхняя ветвь ленты: на прямолинейных участках
	ЖЦ80-159-30	290	340	301	38	
1000	ЖЦ100-127-30	249	318	280	20,7	
	ЖЦ100-159-30	290	358	348	43	
1200	ЖЦ120-127-30	249	330	308	24,3	
	ЖЦ120-159-30	290	370	396	50,3	



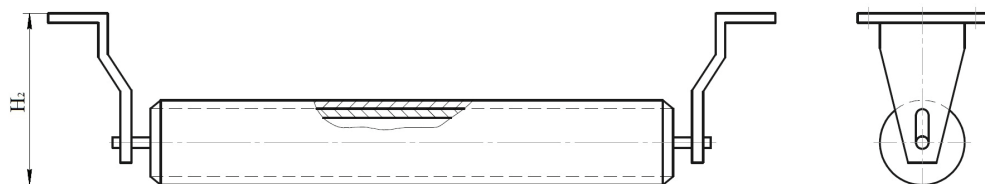
Верхние прямые футерованные (Нормаль Е101-П-11-83)

Ширина ленты, мм	Типоразмер роликкоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликкоопор
		H	H_1	общая	вращающихся частей	
800	ПФ80-127	190	—	29,3	22	То же при транспортировании абразивных или агрессивных грузов
	ПФ80-159	225	—	37,8	28,3	
1000	ПФ100-127	190	—	34,8	25,6	
	ПФ100-159	225	—	44,6	32,6	
1200	ПФ120-127	190	—	41,2	30,9	
	ПФ120-159	225	—	50,6	36,6	



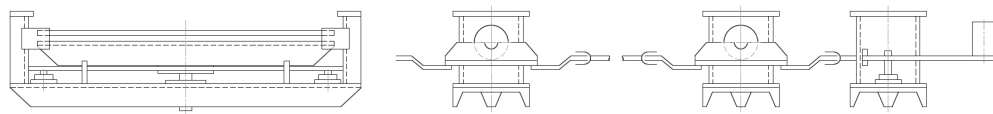
Нижние прямые (Нормаль Е101-11-13-85)

Ширина ленты, мм	Типоразмер роликкоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликкоопор
		H	H_1	общая	вращающихся частей	
800	Н80-127	187	—	26,3	19	Верхняя ветвь ленты: на прямолинейных и криволинейных участках
	Н80-159	219	—	34	25	
1000	Н100-127	187	—	30,5	21,5	
	Н100-159	219	—	40	28	
1200	Н120-127	187	—	36,3	26	
	Н120-159	219	—	45	31	



Нижние прямые футерованные (Нормаль Е101-11-14-85)

Ширина ленты, мм	Типоразмер роликоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликоопор
		H	H_1	общая	вращающихся частей	
800	НФ80-127	192	—	29,3	22	То же при транспортировании абразивных или агрессивных грузов
	НФ80-159	224	—	37,8	28,3	
1000	НФ100-127	192	—	34,8	25,6	
	НФ100-159	224	—	44,6	32,6	
1200	НФ120-127	192	—	41,2	30,9	
	НФ120-159	224	—	50,6	36,6	



Нижние прямые центрирующие (Нормаль Е101-11-16-85)

Ширина ленты, мм	Типоразмер роликоопоры по ГОСТ 22645–77	Размеры, мм		Масса, кг		Рекомендации по установке роликоопор
		H	H_1	общая	вращающихся частей	
800	НЦ80-127	328	—	276	19	Нижняя ветвь ленты: на прямолинейных участках
1000	НЦ100-127	332	—	326	21,5	
1200	НЦ120-127	332	—	90	26	

Примечание. Пример условного обозначения верхней желобчатой амортизирующей роликоопоры для конвейера с шириной ленты $B = 800$ мм, с роликом диаметром $d_p = 127$ мм и углом наклона боковых роликов $\alpha'_p = 30^\circ$: Роликоопора ЖА80-127-30 ГОСТ 22645–77.

Приложение 3

Ленты конвейерные

Типоразмеры резинотканевых лент по ГОСТ 20-85

Таблица П.3.1

Ширина ленты <i>B</i> , мм	Толщины обкладок δ_1/δ_2 , мм/мм	Вид ленты и класс прочно- сти резины в зависимости от δ_1/δ_2 , мм/мм	Линейная масса ленты q_L при числе прокладок Z					
			3	4	5	6	7	8
Тип 2; $K_p = 55$ Н/мм ширины прокладки; ткань БКНЛ-65, БКНЛ-65-2; $K_{удл} = 0,035$								
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2) Вид 2 М — класс В (6/2; 4,5/2) Вид 2 Т — класс С (4,5/2) Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,2/2)	9,7 9,7 8,2	10,4 10,4 9,0	11,1 11,1 9,7	11,8 11,8 10,4	12,6 12,6 11,1	13,3 13,3 11,8
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		12,1 12,1 10,3	13,0 13,0 11,2	13,9 13,9 12,1	14,8 14,8 13,0	15,7 15,7 13,9	16,6 16,6 14,8
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2		14,5 14,5 12,4	15,6 15,6 13,4	16,9 16,9 14,5	17,8 17,8 15,6	18,8 18,8 16,7	19,9 19,9 17,8
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2		16,9 16,9 14,4	18,2 18,2 15,7	19,5 19,5 16,9	20,7 20,7 18,2	22,0 22,0 19,5	23,2 23,2 20,7
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2		19,4 19,4 16,5	20,8 20,8 17,9	22,2 22,2 19,4	23,9 23,9 20,8	25,1 25,1 22,2	26,6 26,6 23,7
2000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		24,2 24,2 20,6	26,0 26,0 22,4	27,8 27,8 24,2	29,6 29,6 26,0	31,4 31,4 27,8	33,2 33,2 29,6
Тип 2; $K_p = 100$ Н/мм ширины прокладки; ткань БКНЛ-100 $K_{удл} = 0,035$								
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2) Вид 2 М — класс В (6/2; 4,5/2) Вид 2 ПТ — класс С (6/2) Вид 2 Т — класс С (4,5/2) Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,5/2)	10,1 10,1 8,6	10,2 10,2 8,8	11,8 11,8 10,4	12,7 13,7 11,3	13,0 13,0 12,2	14,5 14,5 13,0
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		12,6 12,6 10,8	12,8 12,8 11,0	14,8 14,8 13,0	15,9 15,9 14,1	17,0 17,0 15,2	18,1 18,1 16,3
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2		15,1 15,1 13,0	15,4 15,4 13,2	17,8 17,8 15,6	19,1 19,1 16,9	20,4 20,4 18,2	21,7 21,7 19,6
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2		17,6 17,6 15,1	17,9 17,9 15,4	20,7 20,7 18,2	22,3 22,3 19,7	23,8 23,8 21,3	25,3 25,3 22,8
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2		20,2 20,2 17,3	20,5 20,5 17,6	23,7 23,7 20,8	25,4 25,4 22,6	27,2 27,2 24,3	29,0 29,0 26,1
2000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		25,2 25,2 21,6	25,6 25,6 22,0	29,8 29,8 26,0	31,8 31,8 28,1	34,0 34,0 30,4	36,2 36,2 32,6

Ширина ленты B , мм	Толщины обкладок δ_1/δ_2 , мм/мм	Вид ленты и класс прочно- сти резины в зависимости от δ_1/δ_2 , мм/мм	Линейная масса ленты q_L при числе прокладок Z					
			3	4	5	6	7	8
Тип 2; $K_p = 100$ Н/мм ширины прокладки; ткань ТА-100, ТК-100; $K_{удл} = 0,035$								
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2)	10,2	11,2	12,2	13,1	14,1	15,0
			10,2	11,2	12,2	13,1	14,1	15,0
			8,9	9,8	10,8	11,8	12,7	13,7
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2)	12,8	14,0	15,2	16,4	17,6	18,8
			12,8	14,0	15,2	16,4	17,6	18,8
			11,1	12,3	13,5	14,7	15,9	17,1
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 М — класс В (6/2; 4,5/2)	15,3	16,8	18,2	19,7	21,1	22,6
			15,3	16,8	18,2	19,7	21,1	22,6
			13,3	14,8	16,2	17,6	19,1	20,5
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 ПТ — класс С (6/2)	17,9	19,6	21,3	23,0	24,6	26,3
			17,9	19,6	21,3	23,0	24,6	26,3
			15,7	17,2	18,9	20,5	22,3	23,9
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 Т — класс С (4,5/2)	20,5	22,4	24,3	26,2	28,2	30,1
			20,5	22,4	24,3	26,2	28,2	30,1
			17,8	19,7	21,6	23,5	25,4	27,4
2000	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,5/2)	25,6	28,0	30,4	32,8	35,2	37,6
			25,6	28,0	30,4	32,8	35,2	37,6
			22,2	24,6	27,0	29,4	31,8	34,2
Тип 2; $K_p = 150$ Н/мм ширины прокладки; ткань БКНЛ-150; $K_{удл} = 0,035$								
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2)	10,6	11,6	12,6	13,7		
			10,6	11,6	12,6	13,7	—	—
			9,1	10,2	11,2	12,2		
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 М — класс В (6/2; 4,5/2)	13,2	14,5	15,8	17,1	18,4	19,7
			13,2	14,5	15,8	17,1	18,4	19,7
			11,4	12,7	14,0	15,3	16,6	17,9
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 ПТ — класс С (6/2)	15,8	17,4	19,0	20,5	22,1	23,6
			15,8	17,4	19,0	20,5	22,1	23,6
			13,7	15,2	16,8	18,4	19,9	21,5
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 Т — класс С (4,5/2)	18,5	20,3	22,1	23,9	25,8	27,6
			18,5	20,3	22,1	23,9	25,8	27,6
			16,0	17,8	19,6	21,4	23,2	25,1
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,5/2)	21,1	23,2	25,3	27,4	29,4	31,5
			21,1	23,2	25,3	27,4	29,4	31,5
			18,2	20,3	22,4	24,5	26,6	28,6
2000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		26,4	29,0	31,6	34,1	36,8	39,4
			26,4	29,0	31,6	34,1	36,8	39,4
			22,8	25,4	28	30,6	32,2	35,8

Ширина ленты B , мм	Толщины обкладок δ_1/δ_2 , мм/мм	Вид ленты и класс прочно- сти резины в зависимости от δ_1/δ_2 , мм/мм	Линейная масса ленты q_L при числе прокладок Z						
			3	4	5	6	7	8	
Тип 2; $K_p = 150$ Н/мм ширины прокладки; ткань ТА-150, ТК-150; $K_{удл} = 0,035$									
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2) Вид 2 М — класс В (6/2; 4,5/2) Вид 2 ПТ — класс С (6/2) Вид 2 Т — класс С (4,5/2) Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,5/2)	10,7 10,7 9,4	11,8 11,8 10,5	13,0 13,0 11,6	14,6 14,1 12,7	—	—	
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		13,4 13,4 11,7	14,8 14,8 13,1	16,2 16,2 14,5	17,6 17,6 15,9	19,0 19,0 17,3	20,4 20,4 18,7	
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2		16,1 16,1 14,0	17,8 17,8 15,7	19,4 19,4 17,4	21,1 21,1 19,1	22,8 22,8 20,8	24,5 24,5 22,4	
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2		18,8 18,8 16,4	20,7 20,7 18,3	22,7 22,7 20,3	24,6 24,6 22,3	26,6 26,6 24,2	28,6 28,6 26,2	
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2		21,4 21,4 18,7	23,7 23,7 21,0	25,9 25,9 23,2	28,2 28,2 25,4	30,4 30,4 27,8	32,6 32,6 29,9	
2000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		26,8 26,8 23,4	29,6 29,6 26,2	32,4 32,4 29,0	35,2 35,2 31,8	38,0 38,0 34,6	40,8 40,8 37,4	
Тип 2; $K_p = 200$ Н/мм ширины прокладки, ткань ТК-200—2; $K_{удл} = 0,035$									
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2		Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2) Вид 2 М — класс В (6/2) Вид 2 ПТ — класс С (6/2) Вид 2 Т — класс С (4,5/2) Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,5/2)	10,7 10,7 9,4	11,8 11,8 10,5	13,0 13,0 11,6	14,1 14,1 12,7	—	—
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2			13,4 13,4 11,7	14,8 14,8 13,1	16,2 16,2 14,5	17,6 17,6 15,9	—	—
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2	16,1 16,1 14,0		17,8 17,8 15,7	19,4 19,4 17,4	21,1 21,1 19,1	22,8 22,8 20,8	—	
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2	18,8 18,8 16,4		20,7 20,7 18,3	22,7 22,7 20,3	24,6 24,6 22,3	26,6 26,6 24,2	28,6 28,6 26,2	
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2	21,4 21,4 18,7		23,7 23,7 21,0	25,9 25,9 23,2	28,2 28,2 25,4	30,4 30,4 27,7	32,6 32,6 29,9	
2000	6/2 4,5/3,5 4,5/2	26,8 26,8 23,4		29,6 29,6 26,2	32,4 32,4 29,0	35,5 35,2 31,8	38,0 38,0 34,6	40,8 40,8 37,4	

Ширина ленты B , мм	Толщины обкладок δ_1/δ_2 , мм/мм	Вид ленты и класс прочно- сти резины в зависимости от δ_1/δ_2 , мм/мм	Линейная масса ленты q_L при числе прокладок Z					
			3	4	5	6	7	8
Тип 2; $K_p = 200$ Н/мм ширины прокладки; ткань ТЛК-200; $K_{удл} = 0,02$								
800	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 — классы Б, В (6/2; 4,5/3,5; 4,5/2)	11,2 11,2 9,8	12,5 12,5 11,1	13,8 13,8 12,4	15,0 15,0 13,7	—	—
1000	6/2 4,5/3,5 4,5/2		14,0 14,0 12,3	15,6 15,6 13,9	17,2 17,2 15,5	18,8 18,8 17,1	—	—
1200	6/2 4,5/3,5 4,5/2		16,8 16,8 14,8	18,7 18,7 16,7	20,6 20,6 18,6	22,6 22,6 20,5	24,5 24,5 22,4	—
1400	6/2 4,5/3,5 4,5/2	Вид 2 Ш — классы Г, С (4,5/3,5; 4,5/2)	19,6 19,6 17,2	21,8 21,8 19,5	24,1 24,1 21,7	26,3 26,3 23,9	28,6 28,6 26,2	30,8 30,8 28,4
1600	6/2 4,5/3,5 4,5/2		22,4 22,4 19,7	25,0 25,0 22,2	27,5 27,5 24,8	30,1 30,1 27,4	32,6 32,6 29,9	35,2 35,2 32,5

Примечание. Пример условного обозначения конвейерной ленты типа 2, теплостойкой, шириной 1000 мм с восемью прокладками из ткани типа БКНЛ-150, с рабочей обкладкой толщиной 4,5 мм и нерабочей 2 мм из резины класса С: лента 2Т-1000-8-БКНЛ-150-4,5-2-С ГОСТ 20–85.

Методика установления категории условий эксплуатации конвейерных лент на конкретных конвейерах (ГОСТ 20-85)

Категории условий эксплуатации конвейерных лент общего назначения на конкретных конвейерах следует оценивать суммой балльных оценок факторов эксплуатации, приведенных в табл. П. 3.2.

Таблица П. 3.2

Наименование основных факторов эксплуатации	Уровень факторов или их характеристика	Оценка фактора, баллы
Размер кусков груза, мм	0—80 (мелкокусковой груз)	0
	0—150 (среднекусковой груз)	8
	0—350 (среднекусковой груз)	18
	0—500 (крупнокусковой груз)	25
Абразивность груза	Неабразивный	0
	Малоабразивный	5
	Абразивный	15
	Высокоабразивный	25
Насыпная плотность груза, т/м ³	До 1,0	0
	Св. 1,0 до 1,7	0,2
	От 1,7 до 2,3	0,4
	От 2,3 до 2,7	0,5
	Свыше 2,7	0,7
Высота свободного падения груза на лету, мм	До 300	0,2
	Св. 300 до 800	0,5
	От 800 до 1500	0,7
	От 1500 до 2000	1,0
Скорость и направление движения груза и ленты в месте загрузки	Близки	0
	Значительно различаются	0,4 × оценка абразивности
Метод разгрузки	Через головной барабан	0
	Разгрузочной тележкой	10
	Плужковым сбрасывателем	1,0 × оценка абразивности
Минимальная температура окружающего воздуха, °С	Св. 0	0
	Ниже 0	10
Воздействие атмосферных осадков или грузов с высокой влажностью	Нет	0
	Есть	10
Условия технического обслуживания	Хорошие	0
	Затрудненные	20

Если сумма баллов составляет: от 0 до 20 — условия эксплуатации легкие; св. 20 до 50 — условия эксплуатации средние; от 50 до 75 — условия эксплуатации тяжелые; от 75 до 100 — условия эксплуатации очень тяжелые. Если сумма баллов превышает 100, применение конвейерных лент не допускается.

Средние сроки службы конвейерных лент

Таблица П. 3.3

Вид транспортируемого материала, груза	Категория условий эксплуатации	Обозначение ленты	Тип ткани тяговой прокладки каркаса с прочностью по основе, Н/мм	Класс резины на наружных обкладках	Толщина наружных обкладок, мм		Срок службы лент при трехлетней работе без учета вторичного использования, мес.
					рабочей поверхности	нерабочей поверхности	
Руды черных и цветных металлов, крепкие горные породы кусками размером до 500 мм, бревна диаметром до 900 мм и другие материалы	Очень тяжелые	1.1	Синтетические	А	8,0	2,0	24
		1.1М	400	Б	10,0	3,0	24
				М	10,0	3,0	24
Известняк, доломит кусками размером до 500 мм, руды черных и цветных металлов кусками до 350 мм, бревна диаметром до 900 мм и другие крупнокусковые материалы	Тяжелые	1.2	Синтетические	А	6,0	2,0	35
		1.2М	200—400	Б	8,0	2,0	35
				М	8,0	2,0	35
Уголь (куски размером до 700 мм) и породы (куски размером до 500 мм)	—	1.2П*	Синтетические	Г-1	6,0	3,5	44
		1.2ШМ*	(полиамидные) 200—400	Г-2	6,0	3,5	4
Антрацит кусками размером до 700 мм или породы кусками размером до 500 мм	—	1.2П*	То же	Г-1	6,0	3,5	40
		1.2ШМ*		Г-2	6,0	3,5	40
Руды черных и цветных металлов, крепкие горные породы кусками размером до 100 мм	Средние	2.1	Синтетические	А	6,0	2,0	46
		2М	100—300	И, Б	8,0	2,0	46
				М	8,0	2,0	46

Вид транспортируемого материала, груза	Категория условий эксплуатации	Обозначение ленты	Тип ткани тяговой прокладки каркаса с прочностью по основе, Н/мм	Класс резины на ружных обкладок	Толщина наружных обкладок, мм			Срок службы лент при трехлетней работе без учета вторичного использования, мес.
					рабочей поверхности	нерабочей поверхности		
Известняк, доломит, кокс, агломерат, шихта, концентрат рудный и другие высокоабразивные материалы кусками размером до 150 мм	Средние	2.1	Синтетические	И, Б	6,0	2,0	46	
		2М	100—300	М	6,0	2,0	46	
Уголь рядовой, глина, цемент, мягкие породы и другие малоабразивные материалы кусками размером до 150 мм	Средние	2.2	Синтетические	И, Б	5,0	2,0	40	
		2 М	100—300 или комбинированные (полиэфир/хлопок), 55	И, Б	4,5	3,5	40	
Уголь (куски размером до 500 мм) и породы (куски размером до 300 мм)	—	2Ш*	Синтетические	Г-1	4,5	3,5	42	
		2ШМ*	(полиамидные)	Г-3	4,5	3,5	42	
Антрацит кусками размером до 500 мм	—	2Ш*	100—300	Г-2	4,5	3,5	42	
Антрацит кусками размером до 500 мм	—	2Ш*	Синтетические (полиамидные)	Г-1	4,5	3,5	30	
Антрацит кусками размером до 500 мм или породы кусками до 300 мм	—	2ШМ*	100—300	Г-2	4,5	3,5	30	
Материалы с температурой до 100 °С:	—							
высокоабразивные и абразивные	—	2Т1	Синтетические (полиамидные)	Т-1	8,0	2,0	24	
				Т-1	6,0	2,0	16	
малоабразивные и неабразивные	—	2Т1	100—200	Т-1	6,0	2,0	24	

Вид транспортируемого материала, груза	Категория условий эксплуатации	Обозначение ленты	Тип ткани тяговой прокладки каркаса с прочностью по основе, Н/мм	Класс резины на наружных обкладках	Толщина наружных обкладок, мм			Срок службы лент при трехлетней работе без учета вторичного использования, мес.
					рабочей поверхности	нерабочей поверхности		
высокоабразивные и абразивные	—	2Т2		Т-2	6,0	2,0		24
малоабразивные и неабразивные	—	2Т2		Т-2	5,0	2,0		24
Материалы с температурой до 150 °С:								
высокоабразивные и абразивные	—	2Т2		Т-2	8,0	2,0		12
	—	2Т2		Т-2	6,0	2,0		10
малоабразивные и неабразивные	—	2Т2		Т-2	6,0	2,0		12
Материалы с температурой до 200 °С:								
высокоабразивные	—	2Т3	Синтетические	Т-3	10,0	3,0		12
абразивные	—	2Т3	100—300	Т-3	8,0	2,0		12
малоабразивные и неабразивные	—	2Т3		Т-3	6,0	2,0		12
Малоабразивные материалы, в том числе продукты сельского хозяйства, неабразивные, мелкие, сыпучие и пакетируемые материалы	Легкие	2Л	Синтетические 100—200 или комбинированные (полиэфир/хлопок), 55	И, Б	4,0	2,0		79
		2Л		И, Б	3,0	1,0		79
		2ЛМ		М	4,0	2,0		79
		2ЛМ		М	3,0	1,0		79
		2ПЛ		П	4,0	2,0		79

Технические параметры лент ЗАО «Курскрезинотехник»

Таблица П. 3.4

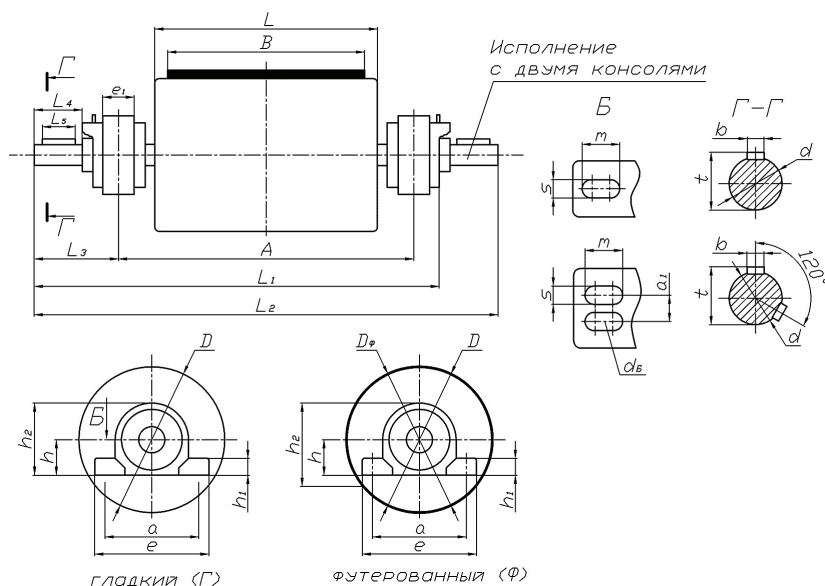
Условное обозначение типа ленты	Расчетная прочность 1 мм несущей ширины ленты, Н/мм	Диаметр троса, мм	Агрегатная прочность металло-троса (справочная), Н, кгс, не менее	Шаг тросов в ленте, мм	Расчетная толщина резиновых обкладок (для троса) с рабочей и нерабочей стороны ленты, мм	Расчетное расстояние от центра крайнего троса до борта ленты, мм	Толщина ленты, мм	Ширина ленты, мм	Расчетная масса ленты, кг/м
РТЛ (1РТЛ)-1000 РТЛ ТВ (1РТЛТВ)-1000 РТЛ М (1РТЛМ)-1000 РТЛТВМ (1РТЛТВМ)-1000 РТЛ ШТС (ТГ) (1РТЛШТС (ТГ))-1000	1000	4,2	15680 (1600)	14±2	7/7	25-40	18	900 1000 1200 1400	23,0
РТЛ (1РТЛ)-1500 РТЛ ТВ (1РТЛТВ)-1500 РТЛ М (1РТЛМ)-1500 РТЛТВМ (1РТЛТВМ)-1500 РТЛ ШТС (ТГ) (1РТЛШТС (ТГ))-1500	1500	4,2	15680 (1600)	9±2	7/7	25-40	18	800 900 1000 1200 1400	28,0
РТЛ (1РТЛ)-1500-6 РТЛ ТВ (1РТЛТВ)-1500-6 РТЛ М (1РТЛМ)-1500-6 РТЛТВМ (1РТЛТВМ)-1500-6 РТЛ ШТС (ТГ) (1РТЛШТС (ТГ))-1500-6	1500	6	25578 (2610)	14±2	7/7	25-40	20	1000 1200 1400 1800 2000 2250	32,0

Условное обозначение типа ленты	Расчетная прочность 1 мм несущей ширины ленты, Н/мм	Диаметр троса, мм	Агрегатная прочность троса (справочная), Н, кгс, не менее	Шаг тросов в ленте, мм	Расчетная толщина резиновых обкладок (для троса) с рабочей и нерабочей стороны ленты, мм	Расстояние от центра крайнего троса до борта ленты, мм	Толщина ленты, мм	Ширина ленты, мм	Расчетная масса ленты, кг/м
РЛ (1РЛ)-2500	2500	7,5	41160 (4200)	14±2	7/7	25-40	20,5	1000	37,0
РЛ ТВ (1РЛТВ)-2500								1200	
РЛ М (1РЛМ)-2500								1400	
РЛТВМ (1РЛТВМ)-2500								1600	
РЛ ШТС (ТГ) (1РЛШТС (ТГ)-2500								1800	
РЛ (1РЛ)-3150	3150	8,25	50960 (5200)	14±2	7/7	25-40	22,5	1000	43,0
РЛ ТВ (1РЛТВ)-3150								1200	
РЛ М (1РЛМ)-3150								1400	
РЛТВМ (1РЛТВМ)-3150								1600	
РЛ ШТС (ТГ) (1РЛШТС (ТГ)-3150								1800	
РЛ (1РЛ)-4000	4000	10,6	96000 (9796)	17±1,5	10/10	30±5	30	1600	60,0
РЛ ТВ (1РЛТВ)-4000								1800	
РЛ М (1РЛМ)-4000								2000	
РЛТВМ (1РЛТВМ)-4000									
РЛ ШТС (ТГ) (1РЛШТС (ТГ)-4000									
РЛ (1РЛ)-5000	5000	10,6	96000 (9796)	17±1,5	10/10	30±5	30	1600	60,0
РЛ ТВ (1РЛТВ)-5000								1800	
РЛ М (1РЛМ)-5000								2000	
РЛТВМ (1РЛТВМ)-5000									
РЛ ШТС (ТГ) (1РЛШТС (ТГ)-5000									

Приложение 4

Барабаны

Барабаны приводные



Габаритные размеры

Условное обозначение подшипника	Размеры, мм										
	d_{Π}	a	a_1	e	e_1	h	h_1	h_2	s	m	d_b
3608	40	175	-	220	54	70	28	152	19	25	M16
3610	50	210	-	270	58	85	32	181	24	32	M20
3612	60	240	-	295	66	100	38	211	24	32	M20
3616	80	300	-	365	96	130	47	258	28	36	M24
3620	100	365	-	445	120	155	53	313	35	45	M30
3624	120	450	-	540	130	190	63	380	42	50	M36
3632	160	600	110	750	210	250	88	505	42	50	M36
3636	180	650	130	795	220	280	98	565	48	60	M42

Примечания: 1. d_{Π} — диаметр шейки вала под подшипник; 2. d_b — диаметр крепежного болта. 3. Пример условного обозначения приводного барабана для конвейера с шириной ленты $B = 800$ мм, диаметром $D = 800$ мм, футерованного, с подшипниками диаметром $d_{\Pi} = 160$ мм: Барабан приводной 8080Ф-160 Нормаль Е101-11-4-83; то же с двумя консолями: Барабан приводной 8080Ф-160-2 Нормаль Е101-11-4-83.

Ширина ленты В, мм	Типоразмер приводного барабана	Допустимые				Размеры, мм										Масса, кг				
		Крутящий момент $M_{кр}$, кН·м	Окружное усилие $P_{доп}$, кН	Нагрузка на барабан $S_{б, доп}$, кН	Условное обозначение подшипника	D	D_{Φ}	A	L	L_1	L_2	L_3	Консоль вала			Шпоночное соединение		Кол-во шпонок	Враща-ся частей	Общая
													d (по $m6$)	L_4	b (по $h9$)	t	L_5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
400	4025Г-40	0,38	3,04	7,00	3608	250	—			910	—	138,5	36*	80	10	39	63	1	49	61
	4031,5Г-50	0,94	5,97	14,0	3610	315	—	730	500	950	—	175	45*	110	14	48,5	90	1	62	84
	4040Г-60	1,60	8,00	19,0	3612	400	—			970	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	77	117
	4040Ф-60	2,08	9,45	17,3	3612	400	440												82	122
	5025Г-40	0,36	2,90	6,80	3608	250	—			1030	—	138,5	36*	80	10	39	63	1	54	68
500	5031,5Г-50	0,89	5,65	13,00	3610	315	—			1070	—	175	45*	110	14	48,5	90	1	71	93
	5040Г-60	1,60	8,00	19,00	3612	400	—			1090	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	89	129
	5040Ф-60	2,08	9,45	17,30	3612	400	440												95	135
	5050Г-80	3,50	14,00	33,00	3616	500	—	850	600	1140	—	235	70	140	20	74,5	110	1	138	198
	5050Ф-80	4,55	16,85	30,00	3616	500	540												146	206
650	5063Г-80	4,50	14,28	33,00	3616	630	—			1140	—	235	70	140	20	74,5	110	2	156	236
	5063Ф-80	5,20	16,50	25,00	3616	630	670			1140	—	235	70	140	20	74,5	110	2	166	246
	5063Ф-80-2									—	1320	235	70	140	20	74,5	110	2	176	256
	6525Г-40	0,36	2,88	6,80	3608	250	—			1180	—	138,5	36*	80	10	39	63	1	56	70
	6531,5Г-50	0,88	5,59	13,00	3610	315	—			1225	—	175	45*	110	14	48,5	90	1	77	99
650	6540Г-60	1,60	8,00	19,00	3612	400	—			1235	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	96	136
	6540Ф-60	2,08	9,45	17,30	3612	400	440	1000	750										104	144
	6550Г-80	3,50	14,00	33,00	3616	500	—			1290	—	235	70	140	20	74,5	110	1	165	225
	6550Ф-80	4,00	14,80	30,00	3616	500	540												175	235
	6563Г-100	7,30	23,20	53,00	3620	630	—			1345	—	280	90	170	25	95	140	2	257	397

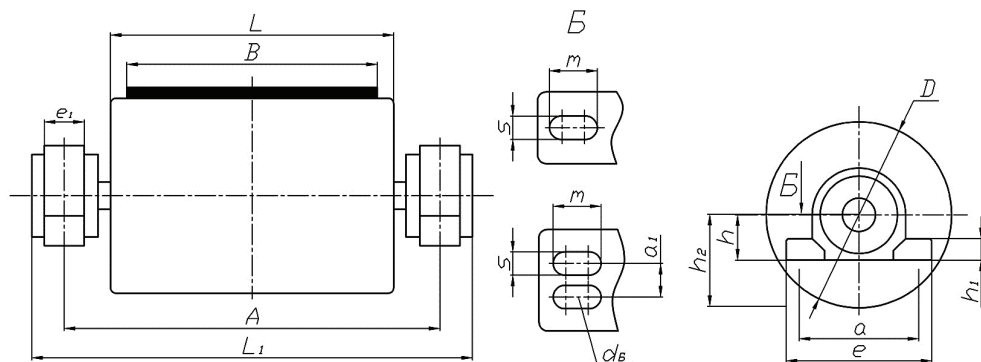
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
650	6563Φ-100	10,00	29,85	48,00	3620	630	670	1000	750	1345	1535	280	90	170	25	95	140	2	269	409
	6563Φ-100-2																			
800	8040Γ-60	1,20	6,00	14,40	3612	400	—	1350	950	1595	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	150	190
	8040Φ-60	1,56	7,10	13,10	3612	400	440			1645	—	235	70	140	20	74,5	110	1	250	310
	8050Γ-80	2,90	11,60	27,00	3616	500	—													
	8050Φ-80	3,77	14,00	24,50	3616	500	540													
	8063Γ-100	6,00	19,00	45,00	3620	630	—			1710	—	280	90	170	25	95	140	2	340	480
	8063Φ-100	8,30	24,80	40,00	3620	630	670			1710	—	280	90	170	25	95	140	2	358	498
	8063Φ-100-2	8,30	24,80	40,00	3620	630	670			—	1910	280	90	170	25	95	140	2	373	513
	8080Φ-120	16,00	38,10	64,00	3624	800	840			1770	—	335	110	210	28	116	160	2	540	760
	8080Φ-120-2	16,00	38,10	64,00	3624	800	840			—	2020	335	110	210	28	116	160	2	565	785
	8080Φ-160	34,00	80,95	13,50	3632	800	840			1885	2150	400	150	250	36	158	200	2	750	1270
	8080Φ-160-2																			
1000	10040Γ-60	1,15	5,75	13,70	3612	400	—	1580	1150	1825	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	170	210
	10040Φ-60	1,50	6,80	12,45	3612	400	440			1875	—	235	70	140	20	74,5	110	1	290	350
	10050Γ-80	2,80	11,20	26,00	3616	500	—													
	10050Φ-80	3,70	1370	23,60	3616	500	540													
	10063Γ-100	5,80	1840	42,80	3620	630	—			1940	—	280	90	170	25	95	140	2	390	530
	10063Φ-100	8,00	2390	38,00	3620	630	670			1940	—	280	90	170	25	95	140	2	410	550
	10063Φ-100-2	8,00	2390	38,00	3620	630	670			—	2140	280	90	170	25	95	140	2	425	565
	10080Φ-120	16,00	3810	63,00	3624	800	840			2000	—	335	110	210	28	116	160	2	620	840
	10080Φ-120-2	16,00	3810	63,00	3624	800	840			—	2250	335	110	210	28	116	160	2	645	865
	10080Φ-160	34,00	8095	137,0	3632	800	840			2085	—	400	150	250	36	158	200	2	860	1380
10080Φ-160-2	34,00	8095	137,0	3632	800	840	—	2380	400	150	250	36	158	200	2	910	1430			
100100Φ-180	53,00	102,0	162,0	3636	1000	1040	2165	2520	470	170	300	40	179	250	2	1230	1930			
100100Φ-180-2	53,00	102,0	162,0	3636	1000	1040	470	170	300	40	179	250	2	1300	2000					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1200	12040Г-60	1,05	5,25	12,30	3612	400	—	1900	1400	2145	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	210	250
	12040Ф-60	1,36	6,20	11,20	3612	400	440												224	264
	12050Г-80	2,50	10,00	24,00	3616	500	—			2195	—	235	70	140	20	74,5	110	1	340	400
	12050Ф-80	3,25	12,00	21,80	3616	500	540			2195	—	235	70	140	20	74,5	110	1	358	418
	12063Г-100	5,30	16,80	40,00	3620	630	—			2260	—	280	90	170	25	95	140	2	460	600
	12063Ф-100	7,40	22,10	35,00	3620	630	670			2260	—	280	90	170	25	95	140	2	485	625
	12063Ф-100-2	7,40	22,10	35,00	3620	630	670			—	2460	280	90	170	25	95	140	2	500	640
	12080Ф-120	16,00	38,10	63,00	3624	800	840			2320	—	335	110	210	28	116	160	2	720	940
	12080Ф-120-2	16,00	38,10	63,00	3624	800	840			—	2570	335	110	210	28	116	160	2	745	965
	12080Ф-160	32,00	76,20	130,0	3632	800	840			2405	—	400	150	250	36	158	200	2	1000	1500
1400	12080Ф-160-2	32,00	76,20	130,0	3632	800	840	2000	1600	—	2700	400	150	250	36	158	200	2	1050	1550
	120100Ф-180	53,00	102,00	160,0	3636	1000	1040			2480	—	470	170	300	40	179	250	2	1410	2110
	120100Ф-180-2	53,00	102,00	160,0	3636	1000	1040			—	2840	470	170	300	40	179	250	2	1480	2180
	14040Г-60	1,10	5,50	16,00	3612	400	—			2245	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	235	275
	14040Ф-60	1,43	7,15	14,50	3612	400	440			2245	—	190	50*	110	14	53,5	90	1	252	292
	14050Г-80	2,80	11,20	30,00	3616	500	—			2295	—	235	70	140	20	74,5	110	1	375	435
	14050Ф-80	3,65	13,50	27,30	3616	500	540			2295	—	235	70	140	20	74,5	110	1	396	456
	14063Г-100	6,00	19,05	44,00	3620	630	—			2360	—	280	90	170	25	95	140	2	572	685
	14063Ф-100	8,30	24,80	40,00	3620	630	670			2360	—	280	90	170	25	95	140	2	580	720
	14063Ф-100-2	8,30	24,80	40,00	3620	630	670			—	2560	280	90	170	25	95	140	2	587	727
14080	14080Ф-120	19,40	46,20	74,00	3624	800	840	2000	1600	2420	—	335	110	210	28	116	160	2	860	1080
	14080Ф-120-2	19,40	46,20	74,00	3624	800	840			—	2670	335	110	210	28	116	160	2	880	1100
	14080Ф-160	43,00	102,4	133,0	3632	800	840			2505	—	400	150	250	36	198	200	2	1070	1570
	14080Ф-160-2	43,00	102,4	133,0	3632	800	840			—	2800	400	150	250	36	158	200	2	1120	1620
	140100Ф-180	57,00	109,6	177,0	3636	1000	1040			2585	—	470	170	300	40	179	250	2	1500	2200
	140100Ф-180-2	57,00	109,6	177,0	3636	1000	1040			—	2940	470	170	300	40	179	250	2	1570	2270

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1600	16040Г-80	2,30	11,50	27,00	3616	400	—	2200	1800	2495	—	235	70	140	20	74,5	110	1	368	435
	16040Ф-80	3,00	13,60	24,55	3616	400	440				—	235	70	140	20	74,5	110	1	387	455
	16050Г-100	5,00	20,00	46,00	3620	500	—	2200	1800	2560	—	280	90	170	25	95,0	140	2	487	625
	16050Ф-100	5,75	21,30	41,80	3200	500	540			2560	—	280	90	170	25	95,0	140	2	511	650
	16063Г-100	6,00	19,05	44,00	3620	630	—			2560	—	280	90	170	25	95,0	140	2	562	700
1600	16063Ф-100	8,30	24,80	40,00	3620	630	670	2200	1800	2560	—	280	90	170	25	95,0	140	2	593	735
	16080Ф-120	19,00	45,25	74,00	3624	800	840			2620	—	335	110	210	28	116	160	2	907	1130
	16080Ф-120-2	19,00	45,25	74,00	3624	800	840			2620	2870	335	110	210	28	116	160	2	931	1148
	160100Ф-160	43,00	82,70	133,0	3632	1000	1040	2200	1800	2705	—	400	150	250	36	158	200	2	1542	2080
	160100Ф-160-2	43,00	82,70	133,0	3632	1000	1040				3000	400	150	250	36	158	200	2	1597	2140
	160100Ф-180	57,00	109,6	175,0	3636	1000	1040			2785	—	470	170	300	40	179	250	2	1744	2450
	160100Ф-180-2	57,00	109,6	175,0	3636	1000	1040	2200	1800	—	3140	470	170	300	40	179	250	2	1820	2545
2000	20063Г-120	16,00	50,80	74,00	3624	630	—			3220	—	335	110	210	28	116	160	2	780	1000
	20063Ф-120	17,50	52,20	70,00	3624	630	670			3220	—	335	110	210	28	116	160	2	820	1040
	20080Ф-160	25,20	60,00	90,00	3632	800	840			3320	—	400	150	250	36	158	200	2	1370	1890
	200100Ф-180	46,50	89,40	130,0	3636	1000	1040			3390	—	470	170	300	40	179	250	2	1940	2640
	200100Ф-180-2	46,50	89,40	130,0	3636	1000	1040			—	3740	470	170	300	40	179	250	2	2010	2710

* Предельные отклонения по кб.

Барабаны неприводные



Габаритные размеры

Условное обозначение подшипника	Размеры, мм										
	$d_{\text{п}}$	a	a_1	e	e_1	h	h_1	h_2	S	m	d_6
1306	30	125	—	160	42	52	20	113	15	15	M12
3608	40	175	—	220	54	70	28	152	19	25	M16
3610	50	210	—	270	58	85	32	181	24	32	M20
3612	60	240	—	295	66	100	38	211	24	32	M20
3616	80	300	—	365	96	130	47	258	28	36	M24
3620	100	365	—	445	120	155	53	313	35	45	M30
3624	120	450	—	540	130	190	63	380	42	50	M36
3632	160	600	110	750	210	250	88	505	42	50	M36
3636	180	650	130	795	220	280	98	565	48	60	M42

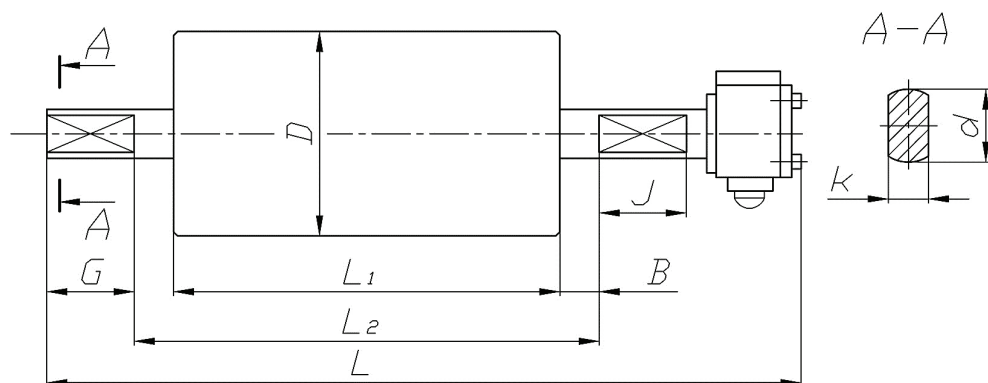
Примечания: 1. $d_{\text{п}}$ — диаметр шейки вала под подшипник; 2. d_6 — диаметр крепежного болта.

Характеристики неприводных барабанов

Ширина ленты B , мм	Типоразмер барабана	Допустимая нагрузка на барабан, кН	Условное обозначение подшипника	Размеры, мм				Масса, кг	
				D	A	L	L_1	Вращ. частей	Общая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
400	4020-30	4,50	1306	200	730	500	800	22,0	28,0
	4025-40	8,00	3608	250			810	46,0	60,0
	4031,5-50	19,00	3610	315			820	60,0	82,0
	4040-60	37,50	3612	400			840	79,0	115
500	5020-30	4,50	1306	200	850	600	920	27,0	33,0
	5025-40	8,00	3608	250			930	54,0	68,0
	5031,5-50	19,00	3610	315			940	70,0	92,0
	5040-60	37,50	3612	400			960	86,0	122
	5050-80	52,00	3616	500			970	137	201
	5063-80	52,00	3616	630			970	176	240
650	6520-30	4,50	1306	200	1000	750	1060	31,0	37,0
	6525-40	8,00	3608	250			1080	57,0	71,0
	6531,5-50	19,00	3610	315			1090	75,0	97,0
	6540-60	37,50	3612	400			1100	95,0	132
	6550-80	52,00	3616	500			1120	149	214
	6563-100	80,00	3620	630			1150	228	363
800	8031,5-50	19,00	3610	315	1350	950	1450	115	125
	8040-60	37,50	3612	400			1460	145	185
	8050-80	52,00	3616	500			1470	225	285
	8063-100	80,00	3620	630			1480	320	455
	8080-120	125,0	3624	800			1500	520	715
	8080-160	190,0	3632	800			1550	700	1190
1000	10031,5-50	19,00	3610	315	1580	1150	1680	120	140
	10040-60	37,50	3612	400			1690	170	210
	10050-80	52,00	3616	500			1700	260	32,0
	10063-100	80,00	3620	630			1710	370	505
	10080-120	125,0	3624	800			1730	590	790
	10080-160	190,0	3632	800			1780	790	1280
	100100-180	247,0	3636	1000			1810	1030	1810

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1200	12031,5-50	19,00	3610	315	1900	1400	2000	140	160
	12040-60	37,50	3612	400			2010	200	240
	12050-80	52,00	3616	500			2020	310	370
	12063-100	80,00	3620	630			2030	480	570
	12080-120	125,00	3624	800			2050	690	890
	12080-160	190,00	3632	800			2100	920	1410
	120100-180	247,00	3636	1000			2130	1310	1990
1400	14031,5-50	19,00	3610	315	2000	1600	2100	155	175
	14040-60	37,50	3612	400			2110	230	270
	14050-80	52,00	3616	500			2120	340	400
	14063-100	80,00	3620	630			2130	560	630
	14080-120	125,00	3624	800			2150	870	940
	14080-160	190,0	3632	800			2200	1290	1480
	140100-180	247,0	3636	1000			2230	1400	2080
1600	16031,5-50	19,00	3610	315	2200	1800	2320	191	215
	16040-80	52,00	3616	400			2340	391	455
	16050-100	80,00	3620	500			2350	470	605
	16063-100	80,00	3620	630			2350	545	680
	16080-120	125,0	3624	800			2360	824	1040
	160100-160	190,0	3632	1000			2440	1437	1960
	160100-180	247,0	3636	1000			2450	1586	2280
	160125-200	375,0	3640	1250			2460	1225	3135
2000	20031,5-80	50,0	3616	315	2800	2200	2920	320	380
	20040-100	80,0	3620	400			2930	540	630
	20050-120	125,0	3624	500			2950	680	880
	20063-120	125,0	3624	630			2950	770	970
	20080-160	190,0	3632	800			3000	1270	1750
	200100-180	247,0	3636	1000			3030	1780	2460

Мотор-барабаны



Габаритные и присоединительные размеры, мм

Типо-размер	<i>D</i>	<i>L</i> ₁	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>J</i>	<i>L</i> ₂	<i>B</i>	Типо-раз-мер	<i>D</i>	<i>L</i> ₁	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>K</i>	<i>G</i>	<i>J</i>	<i>L</i> ₂	<i>B</i>
МБ 1,6	162	350	544	30	25	45	45	390	20	МБ3	325	950	1180	40	30	50	50	99	20
		400	594					44				1150	1380					119	
		500	694					54				650	890					700	
		600	794					64				750	990					80	
		750	944					79				900	1140					95	
МБ 219	219	375	562	40	30	50	50	400	12,5	МБ4	420	950	1190	60	45	50	50	100	25
МБ 2	219	500	690	40	30	45	40	516	8			1150	1390					120	
	219	600	870			60	70	650	20			1250	1490					130	
	219	650	920			60	70	700	20			1300	1540					135	
	245	700	970			60	70	750	20			1400	1640					145	
	219	750	1020			60	70	800	20	МБ5	500	900	1140	70	55	50	50	950	
219	950	1220	60	70	1000	20	950	1190	100										
МБ 325	325	425	637	40	30	50	50	475	25			1150	1390					120	
МБ3	325	600	830	40	30	50	50	640	20			1300	1540					135	
		650	880					69				1400	1640						145
		750	980					79		1600	1840	165							
		900	1130					94											

Технические характеристики

Тип МБ	Диаметр барабана, мм	Длина рабочей части МБ, мм	Мощность эл. двигателя, кВт	Номинальная скорость ленты, м/с
МБ 1,6	162	350; 400; 450; 500; 600; 750	0,37	0,25; 0,28; 0,31; 0,35; 0,4
		400; 500; 600; 750	0,55	0,25; 0,28; 0,31; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,56; 0,63
		400; 500; 600; 750	0,75	0,45; 0,5; 0,56; 0,6
МБ 2	219	500; 600; 650; 750; 500; 600; 650; 750; 950	0,75	0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8
			1,1	0,71; 0,8 0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0
		600	1,5	0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25
		650; 750; 950		0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4
		600	2,2	0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25
		650; 750; 750		0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24
МБ 3	325	600; 750; 1150	2,2	0,4; 0,45; 0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24
		950		0,45; 0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24
		600; 750; 950; 1150	3,0	0,4; 0,45; 0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24
		600; 750; 950; 1150	4,0	0,4; 0,45; 0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24
		900		3,55
МБ 4	420	650; 750; 950; 1150; 1400	5,5	0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24; 2,5; 2,8; 3,15
		650	7,5	2,8; 3,15
		900		2,8
		750; 950; 1150; 1400		0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24; 2,5; 2,8; 3,15
		1250		2,8
		900	11,0	2,8
		750; 950; 1150; 1400		2,8; 3,15
		900	15,0	3,15
		950		2,8; 3,15

Тип МБ	Диаметр барабана, мм	Длина рабочей части МБ, мм	Мощность эл. двигателя, кВт	Номинальная скорость ленты, м/с
МБ 4	420	1300	15,0	3,15
		1150; 1400		2,8; 3,15
МБ 4Г	420	900	7,5	
		900; 1150	11,0	3,15
		750; 900; 950; 1300	15,0	2,8; 3,15
МБ 5	500	770	7,5	1,3
		900	15,0	2,5
		950; 1150		1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24; 2,5; 2,8
		1300		2,5
		1400; 1600		1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24; 2,5; 2,8
		950; 1150; 1400; 1600	18,5	1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24; 2,5; 2,8

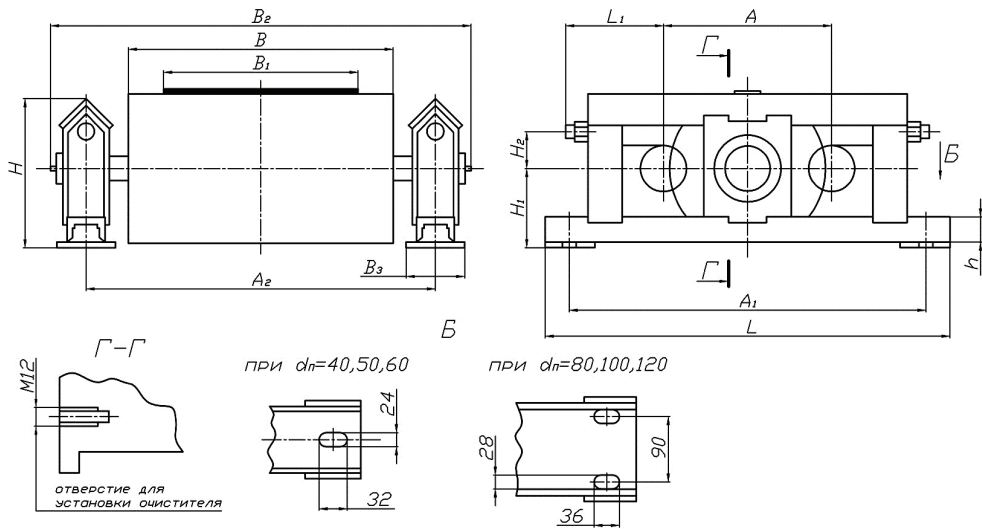
Пример условного обозначения мотор-барабана типа МБ—3 с длиной рабочей части 600 мм, мощностью электродвигателя 2,2 кВт, крутящим моментом на барабане в 156 Н·м и частотой вращения 112 об/мин:

Мотор-барабан МБ—3—600—2,2—156—112—У3.

Приложение 5

Натяжные устройства

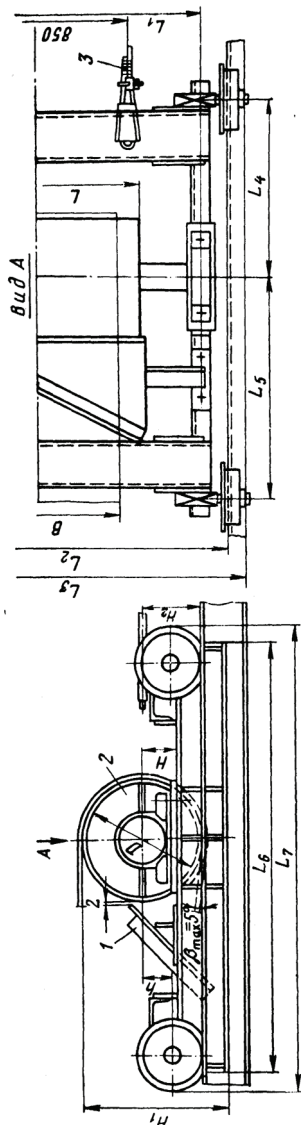
Винтовые натяжные устройства



Шири- на лен- ты B , мм	Типоразмер устройства	Допуст. усилие, $S_{Б, доп}$, кН	D , мм	Подшипник		Размеры, мм											Мас- са, кг	
				Условное обоз.	$d_{ш}$, мм	A	A_1	A_2	B	B_2	B_3	H	H_1	H_2	h	L		L_1
400	4025-40-32	8,00	250	3608	40	320	770			830	94	267	130	80	46	840	225	120
	4031,5-50-32	12,50	315	3610	50	320	770	730	500	840	94	267	130	80	46	1020	225	138
	4031,5-50-50	12,50	315	3610	50	500	950			840	94	267	130	80	46	1020	225	148
500	5025-40-32	8,00	250	3608	40	320	770			950	94	267	130	80	46	840	225	125
	5031,5-50-32	12,50	315	3610	50	320	770			960	94	267	130	80	46	840	225	145
	5031,5-50-50	12,50	315	3610	50	500	950	850	600	960	94	267	130	80	46	1020	225	155
	5040-60-50	16,00	400	3612	60	500	1070			1120	116	312	150	90	52	1150	285	205
	5040-60-80	16,00	400	3612	60	800	1370			1120	116	312	150	90	52	1450	285	215
	6525-40-32	8,00	250	3608	40	320	770			1100	94	267	130	80	46	840	225	130
650	6531,5-50-32	16,00	315	3610	50	320	770			1110	94	267	130	80	46	840	225	150
	6531,5-50-50					500	950									1020		160
	6540-60-50	20,00	400	3612	60	500	1070	1000	750	1120	116	312	150	90	52	1150	285	215
	6540-60-80					800	1370									1450		225
	6550-80-50	25,00	500	3616	80	500	1200			1140	180	433	210	120	74	1300	350	370
	6550-80-80					800	1500									1600		390
800	8031,5-50-50	10,00	315	3610	50	500	950			1455	94	267	130	80	46	1020	225	175
	8040-60-50	15,00	400	3612	60	500	1070			1470	116	312	150	90	52	1150	285	270
	8040-60-80					800	1370									1450		290
	8050-80-50	30,00	500	3616	80	500	1200	1350	950	1490	180	433	210	120	74	1300	350	380
	8050-80-80					800	1500									1600		390
	8063-100-50	50,00	630	3620	100	500	1200			1520	180	483	235	145	74	1300	350	570
1000	8063-100-80	50,00	630	3620	100	800	1500			1520	180	483	235	145	74	1600	350	590
	10031,5-50-50	10,00	315	3610	50	500	950			1685	94	267	130	80	46	1020	225	190
	10040-60-50	15,00	400	3612	60	500	1070			1700	116	312	150	90	52	1150	285	280
	10040-60-80					800	1370	1580	1150							1450		295
	10050-80-50	30,00	500	3616	80	500	1200			1720	180	433	210	120	74	1300	350	395
	10050-80-80					800	1500									1600		405

1000	10063-100-50	50,00	630	3620	100	500	1200	1580	1150	1750	180	483	235	145	74	1300	350	630			
	10063-100-80		800			1500	1600									645					
	12031,5-50-50	9,00	315	3610	50	500	950	1900	1400	2005	94	267	130	80	46	1020	225	215			
	12040-60-50	13,00	400			500	1070			2020	116	312	150	90	52	1150	285	290			
12040-60-80	500		1370	2040	180	433	210			120	74	1300	350	410							
1200	12050-80-50	25,00	500	3616	80	500	1200			2070	180	483	235	145	74	1300	350	425			
	12050-80-80	45,00	630	3620	100	800	1500	2000	1600	2105	94	267	130	80	46	1020	225	230			
	12063-100-50					500	1200												2120	116	312
	12063-100-80	800	1370	2140	180	433	210			120	74	1300	350	445							
	1400	14031,5-50-50	9,00	315	3610	50	500			950	2800	2200	2305	46	267	130	80	46	1020	225	230
14040-60-50	13,00	400	500	1070	2170	180	483	235	145	74											
14040-60-80		500	1370	2140	180	433	210	120	74	1300			350	460							
1400	14050-80-50	25,00	500	3616	80	500	1200	2000	1600	2170			180	483	235	145	74	1300	350	445	
14050-80-80	800	1500	2170	180	483	235	145				74	1300									350
	14063-100-50	45,00	630	3620	100	500	1200			2200	1800	2305	46	267	130	80	46	1020	225	230	
	14063-100-80					800	1500														2170
	1600	16031,5-50-50		315	3610	50	500	950	2800			2200	2305	46	267	130	80	46	1020	225	230
	16040-80-50		400	500	1200	2340	74	433													
16040-80-80	500		1370	2140	180	433	210	120		74	1300		350								
1600	16050-100-50		500	3620	100	500	1200	2200		1800	2370		74	483	235	145	74	1300	350		
16050-100-80	800					1500	2370		74			483									235
	16063-100-50		630	3620	100	500	1200		2800		2200	2370	74	483	235	145	74	1300	350		
	16063-100-80					800	1500														2370
	2000	20040-100-80	80,00	400	3620	100	800	1500		2800		2200	2970	180	480	235	145	74	1600	350	740
	20040-100-120	80,00	400	3620	100	1200	1900	2970													
	20050-120-80	125,0	500	3624	120	800	1650	2800	2200		3020		220	500	280	165	88	1750	420	1190	
	20050-120-120	125,0	500	3624	120	1200	2050														3020
	20063-120-80	125,0	630	3624	120	800	1650			2800	2200	3020	220	500	280	165	88	1750	420	1270	
	20063-120-120	125,0	630	3624	120	1200	2050														3020
2000	20063-120-120	125,0	630	3624	120	1200	2050			3020	220	500	280	165	88	2150	420	1310			

Тележки натяжные (Нормаль Е101-11-23-83)

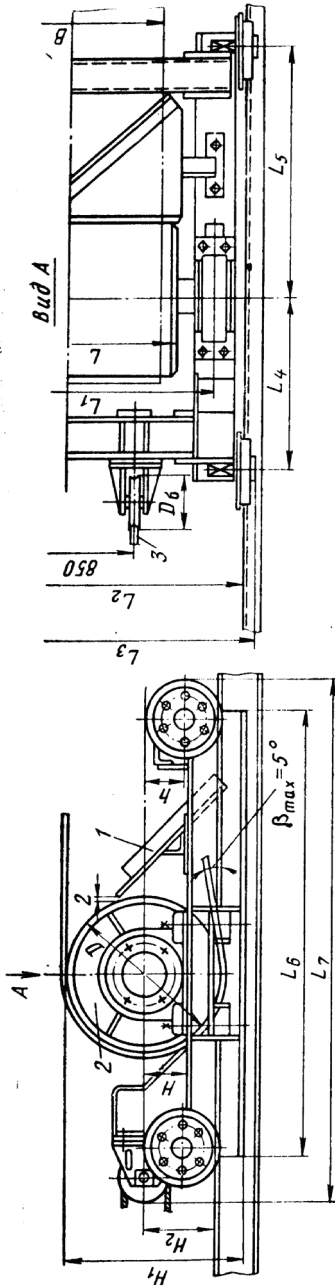


1 — очиститель неприводного барабана; 2 — барабан хвостовой; 3 — устройство грузовое

Ширина ленты, мм	Типоразмер натяжной те- лежки	Допустимая нагрузка на барабан, Н	Размеры, мм											Масса, кг		
			D	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	H	H ₁		H ₂	h
800	8040ТО-60	37500	400			1500	1610	575	656	1350	1471	115	475	190	90	340
	8050ТО-80	52000	500	950	1350	1510	1618	536	826	1460	1602	145	595	220	120	500
	8063ТО-100	80000	630			1530	1643	660	940	1740	1890	168	723	263	138	710
	8080ТО-120	125000	800			1550	1663	900	1090	2140	2880	195	865	290	165	1320
1000	105 ОТО-80	52000	500			1740	1847	536	826	1460	1602	145	595	220	120	530
	10063ТО-100	80000	630	1150	1580	1760	1873	675	926	1740	1890	168	723	263	138	930
	10080ТО-120	125000	800			1780	1893	900	1090	2130	2280	195	865	290	165	1480
1200	12063ТО-100	80000				2080	2193	650	950	1740	1890	168	723	263	138	995
	12080ТО-120	125000	630	1400	1900	2100	2213	900	1110	2140	2300	195	865	290	165	1650
	12080ТО-160	190000	800			2220	2363	935	1185	2300	2560	255	955	425	225	2230

Примечание. Примеры условного обозначения натяжной тележки для конвейера с шириной ленты $B = 800$ мм, диаметром барабана $D = 630$ мм, подшипника диаметром $d_{п} = 100$ мм, без очистителя: Тележка натяжная 8063 Т-100 Нормаль Е101-П-23-83; то же с очистителем: Тележка натяжная 8063ТО-100 Нормаль Е101-П-23-83.

Тележки натяжные полиспастные (Нормаль Е101-11-23-83)

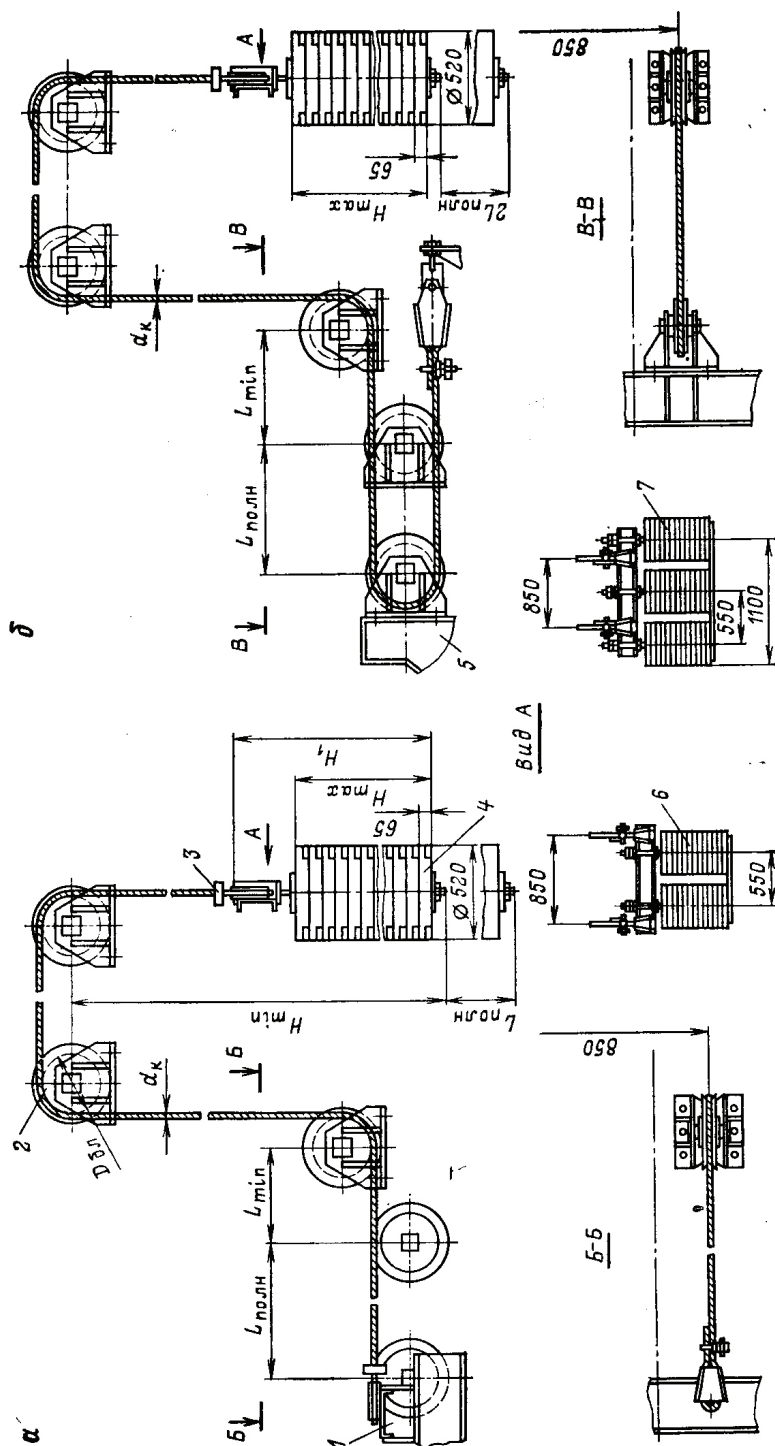


1 — очиститель не приводного барабана; 2 — барабан хвостовой; 3 — устройство грузовое

Ширина ленты В, мм	Типоразмер натяжной тележки	Допустимая нагрузка на барабан, Н	Размеры, мм														Масса, кг
			D	D ₆	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₇	H	H ₁	H ₂	h		
800	8080111-120	125000		250	950	1350	1550	663	900	1090	2140	2440	195	865	290	165	1450
	8080ТП-160	190000	800	315			1670	1813	935	1185	2300	2723	255	955	425	225	2460
	10080ТП-120	120000					1780	1900	910	1090	2140	2440	195	865	290	165	1530
	10080111-160	190000		250	1150	1580	1900	2043	935	1185	2300	2723	255	955	425	225	2500
1000	100100111-180	247000	1000	315			1910	2053	1140	1390	2739	3133	285	1150	290	250	3130
	12080ТП-160	190000	800		2220	2363	1935	1185	2309	2720	255	955	425	225	2790		
1200	120100ТП-180	230000	1000		1400	1900	2230	2373	1140	1445	2785	3188	285	1150	450	250	3440

Примечание. β_{\max} — максимально допустимый угол набегания ленты на барабан

Грузовые устройства с чугунными грузами (Нормаль Е101-11-29-83)



1 — тележка натяжная; 2 — блок; 3 — зажим; 4 — груз; 5 — тележка натяжная полиспадная; 6 — сборка грузов из двух гирианд ($B = 800, 1000$ мм); 7 — сборка грузов из трех гирианд ($B = 1200$ мм)

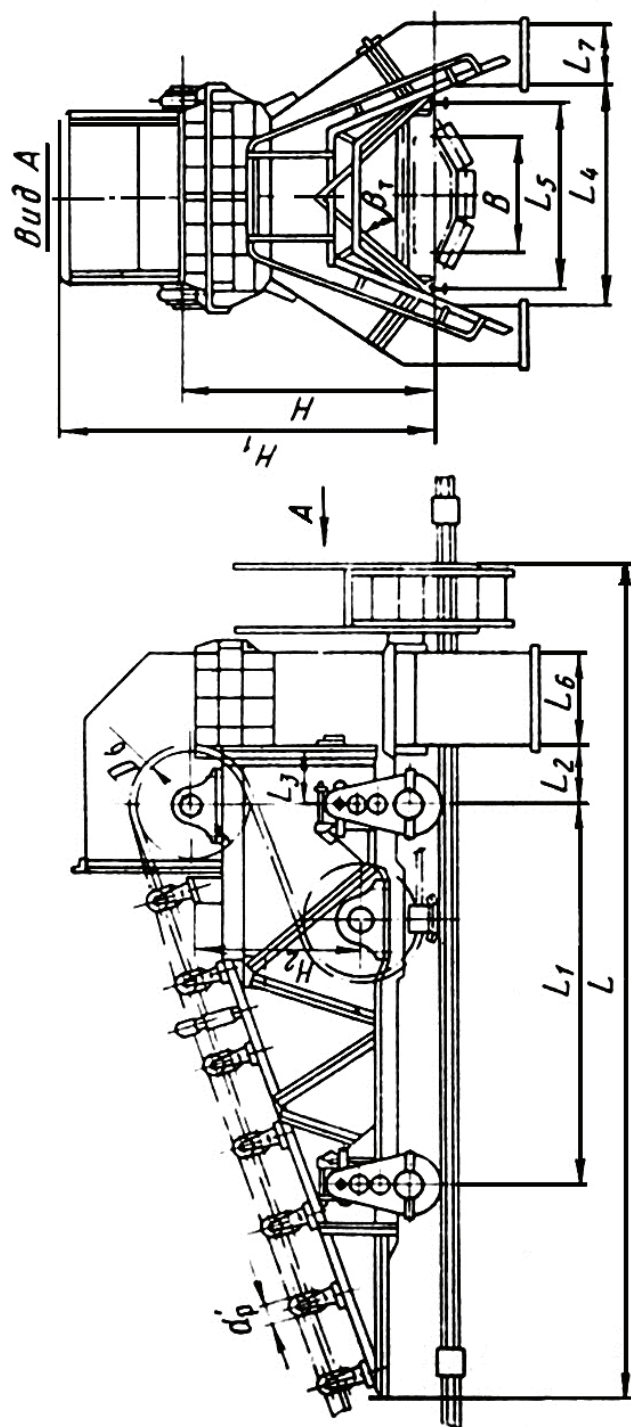
Грузовые устройства с чугунными грузами (Нормаль Е101–11–29–83)

Наибольшее усилие $S_{гр}$, создаваемое устройством, кН		Максимальное число грузов Z_{max}	Число гирлянд	Канат ГОСТ 3070–74		Размер, мм			
Без полиспаста	С полиспастом			Условное обозначение	d_k , мм	H_{max}	H_l	H_{min}	$D_{бл}$
$B = 800$ и 1000 мм									
20	—	22	2	13-I-H-180	13	715	965	1610	200
31	—	34				1105	1355	2000	
49	98	54		17,5-I-H-180	17,5	1755	2045	2680	250
59	118	66				2145	2435	3070	
79	158	88		22,5-I-H-200	22,5	2860	3150	3830	315
90	180	100				3250	3540	4220	
100	200	112				3640	3930	4610	
$B = 1200$ мм									
30	—	33	3	13-I-H-180	13	1105	1355	2000	200
46	92	51		17,5-I-H-180	17,5	1105	1355	2030	250
62	124	69				1495	1745	2430	
65	130	84		22,5-I-H-200	22,5	1820	2110	2780	315
97	194	108				2340	2630	3310	
113	226	129				2730	3075	3760	

Примечание. Пример условного обозначения устройства грузового с общим количеством грузов $z = 100$, с шестью направляющими блоками с общей длиной каната 20 м, без полиспаста. Устройство грузовое 100–6–20 Нормаль Е101–11–29–83, то же полиспастного. Устройство грузовое П100–6–20 Нормаль Е101–11–29–83.

Приложение 6

Тележки разгрузочные (Нормаль Н-646-67)

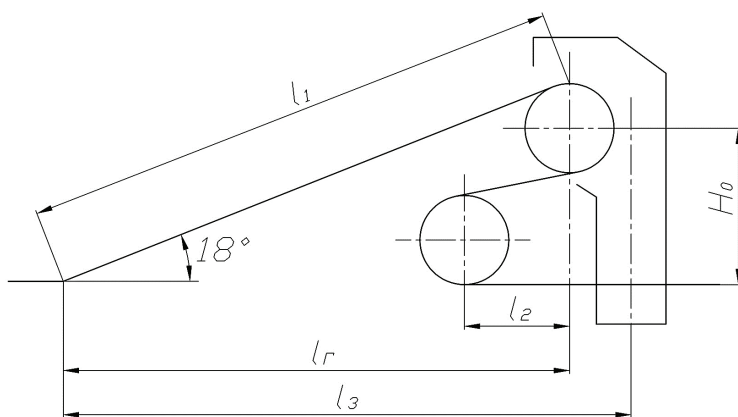


Ширина ленты <i>B</i> , мм	Типораз- мер кон- вейера	Типо- размер тележки	Наибольшее до- пустимое усилие <i>S</i> _{дп} , кН	Размеры, мм											Угол накло- на воронки β _т для разгрузки, град	<i>G</i> _{max} / <i>G</i> _{min} , кг							
				<i>d</i> _п	<i>D</i> _б	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>L</i> ₂	<i>L</i> ₃	<i>L</i> ₄	<i>L</i> ₅	<i>L</i> ₆	<i>L</i> ₇	<i>H</i>			<i>H</i> ₁	<i>H</i> ₂	на одну сторо- ну	на две сто- роны			
800	8040-60	Б-8050	8,0	127	500	4940	2200	350	250	1660	1350	700	400	1350	1980	985	40	48	<u>4378</u>				
	17,6																					<u>3297</u>	
	20,0																						
	8080-100	Б-8080	24,0	159	800	6300	2800	430	400					1700	2500	1185	45	52	<u>7628</u>				
	32,0																	<u>6020</u>					
1000	10050-80	Б-10063	22,0	127	630	5250	2400	350	320	1860	1550	800	450	1550	2300	1120	40	48	<u>5174</u>				
	25,0																					<u>3772</u>	
	30,0																						
	100100-120	Б-100100	40,0	159	1000	7070	3200	430	500					1900	2835	1285	45	52	<u>9106</u>				
	45,0																		<u>7195</u>				
1200	12063-100	Б-12080	25,5	127	800	6400	2700	430	400	2110	1750	900	550	1750	2690	1195	40	48	<u>10253</u>				
	36,5																						<u>7548</u>
	48,0																						
	120125-160	Б-120125	54,0	159	1250	8850	3800	530	600					2350	3525	1570	45	52	<u>13153</u>				
	88,0																		<u>10025</u>				

Примечания: 1. $G_{\text{тн}}$ — масса тележки с футерованной воронкой, $G_{\text{тн}}$ — с нефутерованной воронкой. 2. Тележки могут иметь правое (П) или левое (Л) расположение привода (по направлению движения ленты). 3. В условное обозначение тележек при диаметре роликкоопора $d_p = 127$ мм входит индекс H , при $d_p = 159$ мм — индекс T . 4. Пример условного обозначения барабанной разгрузочной тележки для ленточного конвейера типоразмера 120125-160 с роликкооперами $d_p = 127$ мм, барабаном $D_6 = 1250$ мм, правым расположением при- вода (П), двухрукавной футерованной воронкой (ПФ): Разгрузочная тележка Б-120125-П-ПФ-Н Нормаль Н-646-67.

Размеры участков трассы при установке разгрузочной тележки

Ширина ленты B , мм	Типоразмер тележки	Размеры, мм				
		l_r	l_1	l_2	l_3	H_0
800	Б-8050	4,6	4,9	0,7	5,3	1,5
	Б-8080	6,2	6,5	0,9	7	2
1000	Б-10063	5,4	5,7	0,7	6,2	1,8
	Б-100100	7	7,4	1,1	7,9	2,3
1200	Б-12080	6	6,5	0,8	6,9	2
	Б-120125	8,6	9	1,3	9,6	2,8



Приложение 7

Электродвигатели

Двигатели трехфазные асинхронные серии AIS

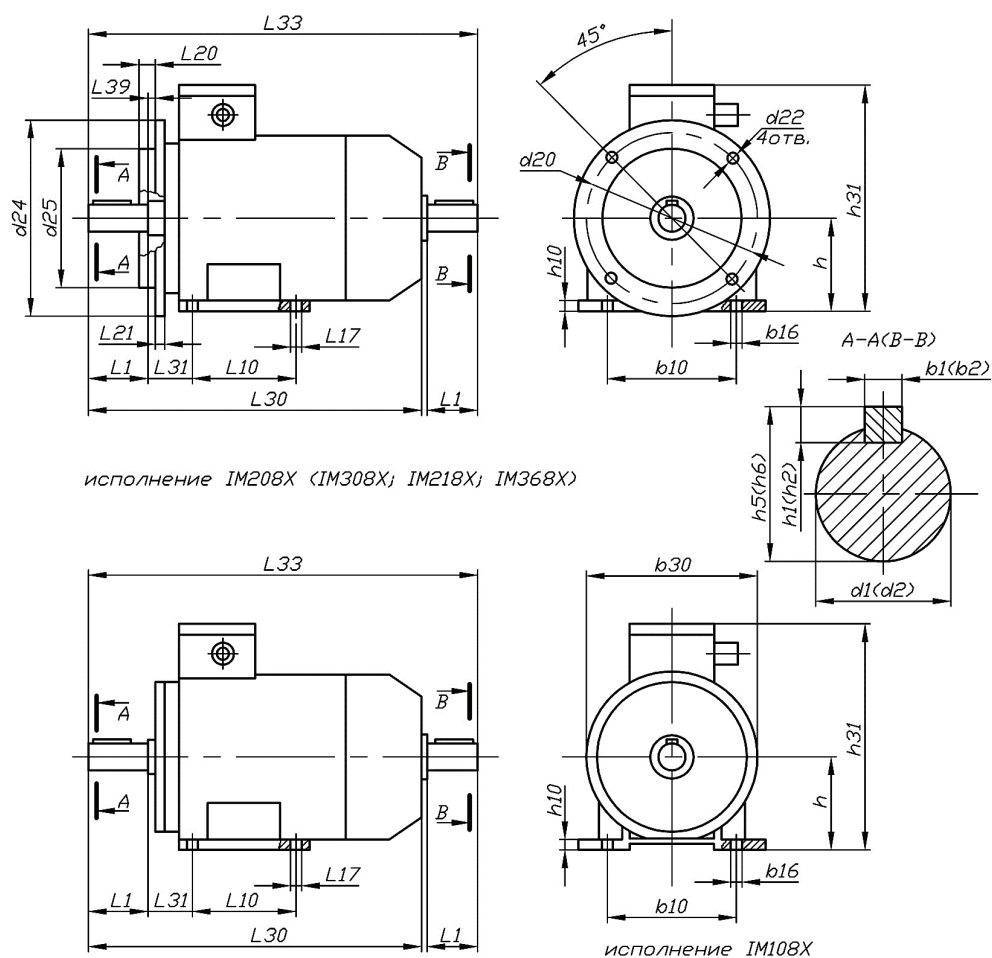
Технические характеристики

Тип	Электрические параметры								Мас- са, кг
	P , кВт	Номиналь- ная частота вращения, об/мин	КПД, %	$\cos\phi$	I_{Π}/I_H	M_{Π}/M_H	M_{\max}/M_H	M_{\min}/M_H	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AIS63A2	0,18	2730	65,0	0,78	5,0	2,2	2,2	1,8	3,6
AIS63B2	0,25	2700	66,0	0,79	5,0	2,2	2,2	1,8	3,9
AIS63A4	0,12	1350	58,0	0,66	5,0	2,2	2,2	1,8	3,7
AIS63B4	0,18	1350	60,0	0,68	5,0	2,2	2,2	1,8	4,3
AIS71A2	0,37	2730	72,0	0,84	5,0	2,2	2,2	1,8	5,3
AIS71B2	0,55	2730	75,0	0,81	5,0	2,2	2,2	1,8	6,2
AIS71A4	0,25	1320	65,0	0,67	5,0	2,2	2,2	1,8	5,2
AIS71B4	0,37	1320	68,0	0,70	5,0	2,2	2,2	1,8	6,1
AIS71A6	0,18	860	56,0	0,62	4,0	2,2	2,2	1,6	4,9
AIS71B6	0,25	860	59,0	0,62	4,0	2,2	2,2	1,6	5,7
AIS80A2	0,75	2820	79,0	0,80	6,0	2,6	2,7	1,6	9,7
AIS80B2	1,10	2800	79,5	0,80	6,0	2,2	2,4	1,6	10,5
AIS80A4	0,55	1360	71,0	0,71	5,0	2,3	2,4	1,8	9,1
AIS80B4	0,75	1350	72,0	0,75	5,0	2,5	2,6	2,4	10,4
AIS80A6	0,37	900	65,0	0,63	4,5	2,1	2,2	1,6	9,4
AIS80B6	0,55	920	69,0	0,68	4,5	1,9	2,2	1,6	10,9
AIS80B8	0,25	680	58,0	0,60	4,0	1,6	1,9	1,4	10,0
AIS90S2	1,50	2880	82,0	0,85	6,5	2,2	2,6	1,8	13,5
AIS90L2	2,20	2860	83,0	0,87	6,4	2,1	2,6	1,8	16,1
AIS90S4	1,10	1420	76,5	0,77	5,0	2,2	2,4	1,7	13,0
AIS90L4	1,50	1410	78,5	0,80	5,3	2,2	2,4	1,7	14,9
AIS90S6	0,75	920	71,0	0,71	4,0	2,1	2,2	1,6	12,7
AIS90L6	1,10	920	75,0	0,71	4,5	2,2	2,3	1,8	16,4
AIS90S8	0,37	680	58,0	0,59	3,5	2,0	2,3	1,4	13,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AIS90L8	0,55	680	58,0	0,60	3,5	2,0	2,1	1,4	15,9
AIS100L2	3,00	2860	83,5	0,88	7,0	2,3	2,6	1,7	20,6
AIS100L2K	3,00	2820	83,0	0,84	7,0	2,4	2,5	1,9	24,0
AIS100LA4	2,20	1430	80,0	0,79	6,0	2,0	2,4	2,0	19,7
AIS100LB4K	3,00	1410	82,0	0,82	7,0	2,0	2,2	1,6	25,5
AIS100LC2K	4,00	2850	87,0	0,88	7,5	2,0	2,4	1,6	27,2
AIS100L6	1,50	930	76,0	0,70	5,0	2,0	2,3	1,9	20,6
AIS100LA8	0,75	700	70,0	0,71	4,0	1,5	2,0	1,5	19,3
AIS100LB8	1,10	700	74,0	0,72	4,5	1,5	2,2	1,5	22,1
AIS100LC4K	4,00	1410	85,0	0,84	7,0	2,1	2,4	1,6	30,2
AIS112M2	4,00	2850	87,0	0,88	7,5	2,0	2,4	1,6	29,0
AIS112L2	5,50	2850	88,0	0,88	7,5	2,1	2,4	1,6	34,2
AIS112N2, S6–60 %	6,30	2840	82,0	0,86	6,5	2,4	2,8	1,8	30,3
AIS112M4	4,00	1410	85,0	0,84	7,0	2,1	2,4	1,6	33,4
AIS112N4, S6–60 %	5,50	1410	82,0	0,73	6,0	2,6	2,8	2,5	36,1
AIS112M6	2,20	940	81,5	0,74	6,0	1,9	2,2	1,6	30,1
AIS112M8	1,50	700	76,0	0,75	3,7	1,6	2,0	1,5	29,7
AIS132SA2	5,50	2900	86,0	0,88	7,5	2,0	2,2	1,6	39,5
AIS132SB2	7,50	2900	87,5	0,88	7,5	2,0	2,2	1,6	43,0
AIS132S4	5,50	1430	85,5	0,86	7,0	2,0	2,5	1,6	41,9
AIS132M4	7,50	1430	85,5	0,78	7,5	2,0	2,5	1,6	50,0
AIS132S6	3,00	950	81,0	0,76	6,0	2,0	2,2	1,6	36,2
AIS132MA6	4,00	950	82,0	0,81	6,0	2,0	2,2	1,6	46,6
AIS132MB6	5,50	950	82,0	0,78	6,0	2,0	2,2	1,6	50,4
AIS132S8	2,20	700	76,5	0,71	6,0	1,8	2,2	1,4	35,2
AIS132M8	3,00	700	79,0	0,74	6,0	1,8	2,2	1,4	43,0
AIS160MA2	11,00	2910	87,5	0,88	7,5	1,6	2,2	1,2	67,9
AIS160M4	11,00	1450	87,5	0,79	7,5	2,4	2,9	2,2	73,7
AIS160M6	7,50	950	85,0	0,79	7,5	2,0	2,2	1,6	72,0
AIS160MA8	4,00	700	83,0	0,70	6,0	1,8	2,2	1,4	59,7
AIS160MB8	5,50	700	83,0	0,74	6,0	1,8	2,2	1,4	69,7
AIS160MB2K	15,00	2920	90,5	0,89	7,0	2,1	3,0	2,0	100
AIS160L2K	18,50	2920	91,0	0,89	7,0	2,2	3,0	2,0	108
AIS160L4K	15,00	1460	89,5	0,86	6,5	2,3	2,7	2,0	100
AIS160L6K	11,00	970	87,5	0,81	6,5	1,9	2,6	1,7	97
AIS160L8K	7,50	720	86,0	0,72	5,5	3,5	2,3	1,5	97
AIS180M4	18,50	1460	90,0	0,86	6,5	2,3	2,7	2,0	111
AIS180L6	15,0	970	88,0	0,84	6,5	2,0	2,6	1,7	122

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AIS180L8	11,00	720	87,0	0,73	5,5	1,7	2,3	1,5	122
AIS71A4/2	0,19	1380	55,0	0,66	3,5	1,6	1,8	1,0	5,2
	0,265	2640	61,0	0,75	4,0	1,2	1,8	0,8	
AIS71B4/2	0,265	1350	57,0	0,68	3,5	1,6	2,0	1,0	6,1
	0,37	2580	61,0	0,82	4,0	1,2	1,7	0,8	
AIS80A4/2	0,48	1360	69,0	0,76	4,5	1,5	1,9	1,4	9,6
	0,62	2780	68,0	0,85	4,5	1,5	1,9	1,3	
AIS80B4/2	0,71	1360	69,0	0,84	4,5	1,75	1,9	1,5	10,4
	0,85	2780	68,0	0,86	4,5	1,85	2,0	1,4	
AIS90S4/2	1,12	1410	74,0	0,78	5,0	1,9	2,2	1,6	13,9
	1,50	2730	73,0	0,85	5,0	1,9	2,0	1,5	
AIS90L4/2	1,50	1380	75,0	0,75	5,0	2,0	2,0	1,6	16,1
	2,00	2720	75,0	0,84	5,0	2,0	2,1	1,6	
AIS100LA4/2	2,20	1420	79,0	0,83	6,0	1,9	2,4	1,6	21,5
	2,65	2850	76,0	0,82	6,0	2,0	2,4	1,5	
AIS100LA6/4	1,32	930	74,0	0,68	5,0	1,6	1,9	1,5	21,2
	1,60	1420	74,0	0,85	5,5	1,6	2,1	1,2	
AIS100LA8/4	0,80	700	62,0	0,60	3,0	1,7	2,0	1,6	20,6
	1,32	1400	75,0	0,86	5,0	1,5	2,0	1,3	
AIS112M4/2	4,00	1400	82,0	0,88	5,5	1,9	2,1	1,6	32,7
	4,75	2820	82,0	0,91	6,0	2,2	2,4	1,6	
AIS112M6/4	2,12	940	77,0	0,73	4,5	1,4	2,0	1,3	30,9
	3,15	1420	80,0	0,86	5,5	1,5	2,1	1,4	
AIS112M8/4	1,40	720	72,0	0,60	4,0	1,6	2,0	1,5	29,4
	2,36	1420	81,0	0,89	5,5	1,4	1,9	1,0	
AIS112M8/6	1,32	710	71,0	0,66	4,0	1,6	1,9	1,4	29,4
	1,80	950	76,0	0,73	5,0	1,4	2,0	0,9	
AIS112M6/4/2	1,40	910	74,0	0,78	4,5	1,5	1,9	1,4	30,4
	1,50	1460	73,0	0,72	5,0	1,6	2,6	1,4	
	2,12	2880	75,0	0,82	5,0	1,4	2,3	1,4	
AIS112M8/4/2	0,90	710	63,0	0,65	4,0	1,2	1,9	1,2	30,9
	1,50	1460	78,0	0,81	6,0	1,3	2,4	1,1	
	2,10	2880	77,0	0,94	6,0	1,2	2,3	0,8	
AIS112M8/6/4	0,71	700	57,0	0,52	3,4	1,8	2,2	1,7	29,4
	1,20	940	68,0	0,61	4,5	1,7	2,0	1,4	
	3,00	1420	79,0	0,66	7,5	4,0	3,8	3,7	
AIS132S8/4	2,20	710	70,0	0,65	5,0	1,2	1,8	1,0	41,9
	3,60	1420	77,0	0,88	6,0	1,2	1,6	1,0	

Примечания: $I_{\text{п}}/I_{\text{н}}$ — отношение пускового тока к номинальному; $M_{\text{п}}/M_{\text{н}}$ — отношение пускового момента к номинальному; $M_{\text{max}}/M_{\text{н}}$ — отношение максимального момента к номинальному; $M_{\text{min}}/M_{\text{н}}$ — отношение минимального момента к номинальному



Габаритные и присоединительные размеры

Размеры, мм	AIS63	AIS71	AIS80	AIS90S AIS90L	AIS100	AIS100 K	AIS112M; N; L	AIS132S AIS132M	AIS160M MA; MB	AIS160K M/L2/L4,6,8	AIS180M/L
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L1	23	30	40	50	60	60	60	80 (60)	110		
L10	80	90	100	100 125	140	140	140	140/178	210	210/254/254	241/279
L17	7	7	10	10	12	12	12	12	15		

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>L20</i>	IM2081 IM2082 IM3081 IM3082	3	3,5	3,5	3,5	4,0	4	4	4	5		
	IM2181 IM2182 IM3681 IM3682	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5			
		3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4			
	<i>L21</i>	10	10	10	10	12	12	14	15	20		
	<i>L30</i>	218	237	272,5	296,5 320,5	347	360	391	433 470	531	680/720/680	720
	<i>L31</i>	40	45	50	56	63	63	70	89		108	121
<i>L33</i>		237	263	316,5	350 374	410	424	455	496 534	644	785/815/785	815
<i>L39</i>		0										
<i>b1</i>		4	5	6	8	8	8	8	10 (8)	12		14
<i>b10</i>		100	112	125	140	160	160	190	216	254		279
<i>b16</i>		10	10	14	14	16	16	16	16	20		
<i>b30</i>		127	142	163	177	198	226	226	250	290	350	350
<i>b31</i>		90	90	115	115							
<i>h</i>		63	71	80	90	100	100	112	132	160		180
<i>h1</i>		4	5	6	7	7	7	7	8 (7)	8		9
<i>h5</i>		12,5	16	21,5	27	31	31	31	41 (31)	45		51,1
<i>h10</i>		8	8	9	10	12	12	12	16	19,5	20	20
<i>h31</i>		155	169	197	214,5	240	246,5	258,5	297	345	405	425
<i>d1</i>		11	14	19	24	28	28	28	38 (28)	42	42	48
<i>d20</i>	IM2081 IM2082 IM3081 IM3082	115	130	165	165	215	215	215	265	300		
	IM2181 IM2182 IM3681 IM3682	75	85	100	115	130	130	130	165			
		100	115	130	130	165	165	165	215			
<i>d22</i>	IM2081 IM2082 IM3081 IM3082	10	10	12	12	15	15	15	15	19		
	IM2181 IM2182 IM3681 IM3682	M5	M6	M6	M8	M8	M8	M8	M10			
		M6	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M12			

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
d24	IM2081	140	160	200	200	250	250	250	300	350		
	IM2082											
	IM3081											
	IM3082											
	IM2181	90	102	120	140	160	160	160	211			
	IM2182											
	IM3681											
	IM3682											
d25	IM2081	95	110	130	130	180	180	180	230	250		
	IM2082											
	IM3081											
	IM3082											
	IM2181	60	70	80	95	110	110	110	130			
	IM2182											
	IM3681											
	IM3682											

Примечание. В скобках приведены размеры выходного конца вала со стороны кожуха для исполнений двигателей IM1082, IM2082, IM2182, IM3682.

Двигатели трехфазные асинхронные серии АИР

Тип	Электрические параметры								Масса, кг
	P , кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	КПД, %	$\cos\varphi$	I_n/I_H	M_n/M_H	M_{max}/M_H	M_{min}/M_H	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АИР56А2	0,18	2730	65,0	0,78	5,0	2,2	2,2	1,8	3,5
АИР56В2	0,25	2700	66,0	0,79	5,0	2,2	2,2	1,8	3,8
АИР56А4	0,12	1350	58,0	0,66	5,0	2,2	2,2	1,8	3,6
АИР56В4	0,18	1350	60,0	0,68	5,0	2,2	2,2	1,8	4,2
АИР63А2	0,37	2730	72,0	0,84	5,0	2,2	2,2	1,8	5,2
АИР63В2	0,55	2730	75,0	0,81	5,0	2,2	2,2	1,8	6,1
АИР63А4	0,25	1320	65,0	0,67	5,0	2,2	2,2	1,8	5,1
АИР63В4	0,37	1320	68,0	0,70	5,0	2,2	2,2	1,8	6,0
АИР63А6	0,18	860	56,0	0,62	4,0	2,2	2,2	1,6	4,8
АИР63В6	0,25	860	59,0	0,62	4,0	2,2	2,2	1,6	5,6
АИР71А2	0,75	2820	79,0	0,80	6,0	2,6	2,7	1,6	8,7
АИР71В2	1,10	2800	79,5	0,80	6,0	2,2	2,4	1,6	9,5
АИР71А4	0,55	1360	71,0	0,71	5,0	2,3	2,4	1,8	8,1
АИР71В4	0,75	1350	72,0	0,75	5,0	2,5	2,6	2,4	9,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АИР71А6	0,37	900	65,0	0,63	4,5	2,1	2,2	1,6	8,6
АИР71В6	0,55	920	69,0	0,68	4,5	1,9	2,2	1,6	9,9
АИР71В8	0,25	680	58,0	0,60	4,0	1,6	1,9	1,4	9,9
АИР80А2	1,50	2880	82,0	0,85	6,5	2,2	2,6	1,8	12,4
АИР80В2	2,20	2860	83,0	0,87	6,4	2,1	2,6	1,8	15,0
АИР80А4	1,10	1420	76,5	0,77	5,0	2,2	2,4	1,7	11,9
АИР80В4	1,50	1410	78,5	0,80	5,3	2,2	2,4	1,7	13,8
АИР80А6	0,75	920	71,0	0,71	4,0	2,1	2,2	1,6	11,6
АИР80В6	1,10	920	75,0	0,71	4,5	2,2	2,3	1,8	15,3
АИР80А8	0,37	680	58,0	0,59	3,5	2,0	2,3	1,4	12,8
АИР80В8	0,55	680	58,0	0,60	3,5	2,0	2,1	1,4	14,8
АИР90L2	3,00	2860	83,5	0,88	7,0	2,3	2,6	1,7	19,0
АИР90L4	2,20	1430	80,0	0,79	6,0	2,0	2,4	2,0	18,1
АИР90L6	1,50	940	76,0	0,70	5,0	2,0	2,3	1,9	19,0
АИР90LА8	0,75	700	70,0	0,71	4,0	1,5	2,0	1,5	17,7
АИР90LВ8	1,10	710	74,0	0,72	4,5	1,5	2,2	1,5	20,5
АИР100S2	4,00	2850	87,0	0,88	7,5	2,0	2,4	1,6	26,0
АИР100L2	5,50	2850	88,0	0,88	7,5	2,1	2,4	1,6	31,5
АИР100S4	3,00	1410	82,0	0,82	7,0	2,0	2,2	1,6	23,0
АИР100L4	4,00	1410	85,0	0,84	7,0	2,1	2,4	1,6	29,2
АИР100L6	2,20	940	81,5	0,74	6,0	1,9	2,2	1,6	27,0
АИР100L8	1,50	710	76,0	0,75	3,7	1,6	2,0	1,5	24,0
АИР112M2	7,50	2900	87,5	0,88	7,5	2,0	2,2	1,6	40,0
АИР112M4	5,50	1430	85,5	0,86	7,0	2,0	2,5	1,6	38,5
АИР112МА6	3,00	950	81,0	0,76	6,0	2,0	2,2	1,6	33,4
АИР112МВ6	4,00	950	82,0	0,81	6,0	2,0	2,2	1,6	38,8
АИР112МА8	2,20	700	76,5	0,71	6,0	1,8	2,2	1,4	33,4
АИР112МВ8	3,00	700	79,0	0,74	6,0	1,8	2,2	1,4	39,0
АИР132M2	11,00	2910	87,5	0,88	7,5	1,6	2,2	1,2	60,4
АИР132S4	7,50	1440	86,0	0,83	7,5	2,0	2,5	1,6	53,5
АИР132M4	11,00	1450	87,5	0,79	7,5	2,4	2,9	2,2	66,3
АИР132S6	5,50	960	85,0	0,80	7,0	2,0	2,2	1,6	52,3
АИР132M6	7,50	950	85,0	0,79	7,0	2,0	2,2	1,6	64,5
АИР132S8	4,00	700	83,0	0,70	6,0	1,8	2,2	1,4	52,2
АИР132M8	5,50	700	83,0	0,74	6,0	1,8	2,2	1,4	62,2
АИР160S2	15,00	2920	90,5	0,89	7,0	2,1	3,0	2,0	95,7
АИР160M2	18,50	2920	91,0	0,89	7,0	2,2	3,0	2,0	96,9
АИР160S4	15,00	1460	89,5	0,86	6,5	2,3	2,7	2,0	97,1
АИР160M4	18,50	1460	90,0	0,86	6,5	2,3	2,7	2,0	103,9
АИР160S6	11,00	970	87,5	0,81	6,5	1,9	2,6	1,7	98,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АИР160М6	15,00	970	88,0	0,84	6,5	2,0	2,6	1,7	113,9
АИР160S8	7,50	720	86,0	0,72	5,5	1,7	2,3	1,5	86,9
АИР160М8	11,00	720	87,0	0,73	5,5	1,7	2,3	1,5	108,9
АИР180S2	22,00	2930	90,5	0,88	7,0	2,2	2,9	2,0	118,9
АИР180М2	30,00	2930	92,0	0,89	7,0	2,4	2,9	2,0	137,9
АИР180S4	22,00	1460	91,0	0,86	6,8	2,4	2,5	1,6	129,9
АИР180М4	30,00	1460	91,5	0,85	7,0	2,4	2,5	1,7	150,9
АИР180М6	18,50	980	89,5	0,86	6,5	2,0	2,7	1,7	138,9
АИР180М8	15,00	730	88,0	0,74	5,5	1,8	2,4	1,6	138,9

Примечания: $I_{\text{п}}/I_{\text{н}}$ — отношение пускового тока к номинальному; $M_{\text{п}}/M_{\text{н}}$ — отношение пускового момента к номинальному; $M_{\text{max}}/M_{\text{н}}$ — отношение максимального момента к номинальному; $M_{\text{min}}/M_{\text{н}}$ — отношение минимального момента к номинальному.

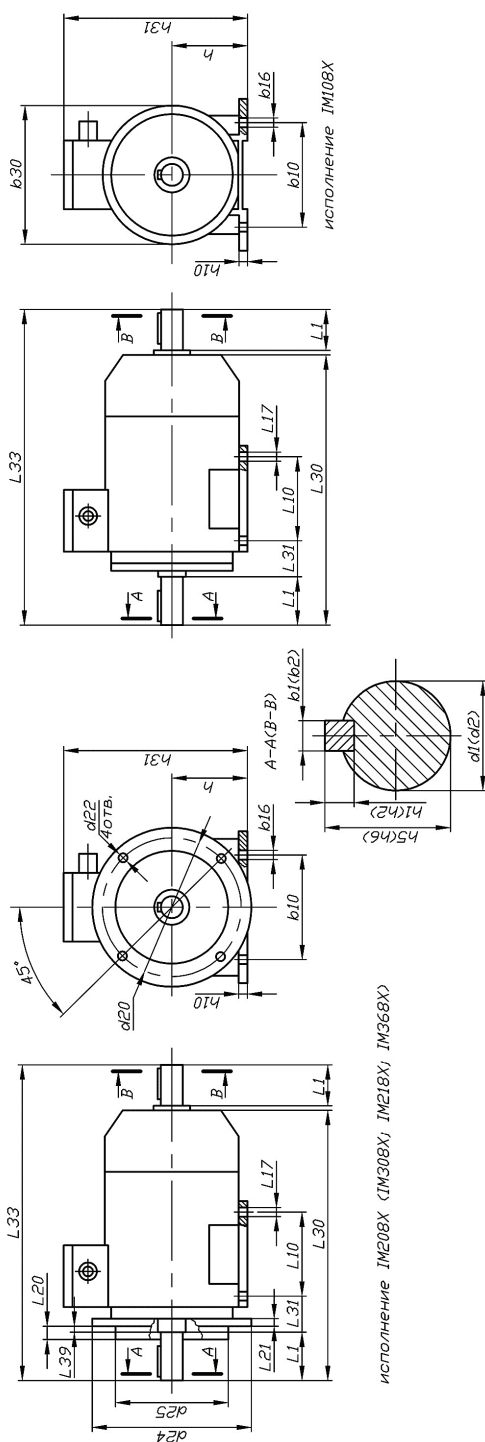
Для электродвигателей устанавливаются следующие показатели надежности: средняя наработка на отказ — не менее 20 000 ч; класс изоляции обмотки — F.

Габаритные и присоединительные размеры

Двигатель АИР																
Размеры, мм	56	63	71	80 A	80 B, C	90	100S	100L	112	132S	132 M	160 S	160 M	180 S	180 M	
L1	23	30	40	50	50	50	60	60	80	80	80	2	2	2	2	4, 6, 8
L10	71	80	90	100	100	125	112	140	140	140	178	178	210	203	241	
L17	5,8	7,0	7,0	10,0	10,0	10,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	15	15	15	15	
L20	IM2081	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5	5	5	5	
	IM3081	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	
	IM2181	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	
	IM3681	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	
L21	10	10	10	10	10	12	14	14	15	19	19	13	13	15	15	
L30	218	237	272,5	296,5	320,5	337	360	391	433	463	501	680	720	700	740	
L31	36	40	45	50	50	56	63	63	70	89	89	108	108	121	121	
L33	234,0	263,0	316,5	350,0	374,0	390,0	424,0	455,0	516,0	546,0	584,0	785	815	804	844	
L39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
b1	4	5	6	6	6	8	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16
b2												12	12	14	14	16
b10	90	100	112	125	125	140	160	160	190	216	216	254	254	279	279	
b16	8,8	10	10	12	12	12	16	16	16	16	16	20	20	20	20	
b30	127	142	160	180	180	198	226	226	250	287	287	350	350	375	375	
b31**	90	90	115	—	115	—	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—
h	56	63	71	80	80	90	100	100	112	132	132	160	160	180	180	
h1												8	9	8	9	10
h2	4	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8	9	10	10

Двигатель АИР																						
Размеры, мм	56	63	71	80 A		80 B, C		90	100S		100L	112	132S	132 M	160 S		160 M		180 S		180 M	
	h5	h6	h10	h31	d1	d2																
	h5	h6	h10	h31	d1	d2																
	12,5	16,0	21,5	24,5	24,5	24,5	24,5	27,0	31,0	31,0	35,0	41,0	41,0	41,0	45	45	45	45	45	45	45	
	7	8	8	9	9	9	9	10	12	12	14	16	16	16	—	—	—	—	—	—	—	
	148	161	188	204,5	204,5	204,5	204,5	230,0	246,5	246,5	276	316	316	316	405	405	405	405	405	405	405	
	11	14	19	22	22	22	22	24	28	28	32	38	38	38	42	42	42	42	42	42	42	
	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	
	115	130	165	165	165	165	165	215	215	215	265	300	300	300	300	300	300	300	300	300		
	65	85	75	100	85	115	100	130	115	130	130	130	165	165	165	215	—	—	—	—	—	
	10	10	10	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	19	19	19	19	19	19	19	19	
	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	
	140	160	200	200	200	200	200	250	250	250	250	300	300	350	350	350	350	350	350	350	350	
	80	99	90	110	105	140	120	160	140	164	160	156	211	200	248	200	—	—	—	—	—	
	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	
	95	110	130	130	130	130	130	180	180	180	180	230	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
	50	70	60	80	70	95	80	110	95	110	110	110	130	130	180	130	—	—	—	—	—	
	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	IM3081	IM2181	IM3681	IM2081	

* — размеры для двигателей со встроенным электромагнитным тормозом; ** — только для однофазных двигателей с пристроенным конденсатором, исполнение IM108X



исполнение IM108X

исполнение IM208X (IM308X); IM218X; IM368X)

Приложение 8

Редукторы

Редукторы цилиндрические типа 5Ц, 5Ц2, 5Ц3, 5Ц4 серии ES*

Технические характеристики одноступенчатых цилиндрических редукторов 5Ц-180ES...350ES

			Типоразмер																		
			5Ц-180 ES			5Ц-200 ES			5Ц-225 ES			5Ц-250 ES			5Ц-280 ES			5Ц-350 ES			
I_N	n_1 , мин ⁻¹	n_2 , мин ⁻¹	I_R	T_2 , кН·М	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·М	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·М	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·М	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·М	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·М	P_1 , кВт	
1,25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	1500	1200				934			1337			1777			2158			3150			5290
	1000	800	1,26	7,3	623	1,22	10,2	891	1,28	14,2	1184	1,23	16,6	1439	1,27	25	2100	1,26	41,6	3527	
1,4		750	600			467			668			888			1079			1575			2645
	1500	1071				903			1254			1708			1993			2946			5134
	1000	714	1,41	7,9	602	1,37	10,7	836	1,43	15,2	1139	1,41	17,5	1329	1,43	26,3	1964	1,41	45,2	3422	
1,6		750	536			452			627			854			997			1473			2567
	1500	938				870			1131			1596			1859			2740			4964
	1000	625	1,59	8,6	580	1,63	11,5	754	1,61	16	1064	1,59	18,4	1239	1,62	27,7	1827	1,57	48,6	3310	
	750	469			435			565			798			930			1370			2482	

* Данные взяты из каталога НТЦ «Редуктор», г. Санкт-Петербург.

I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1,8	1500	833	1,8	9,4	835	1,84	12	1048	1,81	16,8	1485	1,8	19,4	1724	1,83	28,9	2533	1,75	52,2	4784
	1000	556			557			699			990			1149			1689			3189
	750	417			417			524			743			862			1267			2392
2,0	1500	750	2,04	10,1	796	1,96	12,3	1007	2,04	17,5	1372	2,04	20,2	1588	1,96	29,7	2430	1,96	56,1	4591
	1000	500			531			671			914			1059			1620			3061
	750	375			398			503			686			794			1215			2296
2,24	1500	670	2,18	10,5	771	2,23	12,9	924	2,17	17,8	1316	2,18	20,7	1521	2,29	32,8	2294	2,21	60,5	4387
	1000	446			514			616			877			1014			1529			2925
	750	335			386			462			658			761			1147			2193
2,5	1500	600	2,55	11,4	718	2,55	13,8	870	2,48	18,6	1203	2,52	22,8	1450	2,55	33,9	2131	2,5	65	4168
	1000	400			479			580			802			967			1420			2779
	750	300			359			435			602			725			1065			2084
2,8	1500	536	2,76	11,6	671	2,76	14,1	822	2,84	19,3	1090	2,86	23,7	1326	2,76	34,6	2010	2,85	67,5	3795
	1000	357			447			548			727			884			1340			2530
	750	268			336			411			545			663			1005			1898
3,15	1500	476	3,11	11,1	571	3,11	14,6	754	3,06	19,7	1033	3,1	24,1	1247	3,11	35,8	1844	3,14	71,8	3663
	1000	317			381			502			689			832			1229			2442
	750	238			285			377			516			624			922			1832
3,55	1500	423	3,63	10,3	454	3,58	14,1	629	3,56	19,4	872	3,5	24,8	1137	3,6	36,7	1635	3,57	72,8	3270
	1000	282			303			419			582			758			1090			2180
	750	211			227			315			436			569			817			1635
4,0	1500	375	3,89	9,9	406	4,12	12,9	501	3,89	18,7	772	3,94	25,3	1029	4,06	34,5	1362	4,0	67,4	2699
	1000	250			271			334			515			686			908			1800
	750	188			203			250			386			514			681			1350
4,5	1500	333	4,5	8,9	316	4,5	12,2	435	4,5	16,9	602	4,56	22,8	800	4,41	32,5	1183	4,56	63,6	2236
	1000	222			210			290			401			533			788			1491
	750	167			158			217			301			400			591			1118

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	1500	300			272			343			482			656			919			1973
5,0	1000	200	4,94	8,4	181	5,12	11	229	5,13	15,4	321	5,13	21	437	5,07	29,1	612	4,88	60,1	1316
	750	150			136			172			241			328			459			987
	1500	268			205			327			417			567			756			1494
5,6	1000	179	5,73	7,3	136	5,53	11,3	218	5,53	14,4	278	5,53	19,5	378	5,67	26,7	504	5,67	52,8	996
	750	134			102			163			208			283			378			747

Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

Технические характеристики двухступенчатых цилиндрических редукторов 5Ц2–180ЕS...350ЕS

Типоразмер																				
I_N	n_1 , об/мин	n_2 , об/мин	5Ц2–180 ЕS			5Ц2–200 ЕS			5Ц2–225 ЕS			5Ц2–250 ЕS			5Ц2–280 ЕS			5Ц2–350 ЕS		
			I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	1500	268			348			481			634			810			1128			1804
5,6	1000	179	5,42	11,5	232	5,41	15,9	320	5,68	22	422	5,84	28,9	540	5,52	38	752	5,7	62,8	1203
	750	134			174			240			317			405			564			902
	1500	238			300			408			571			750			1057			1751
6,3	1000	159	6,09	11,2	200	6,09	15,2	272	6,11	21,3	381	6,34	29,1	500	6,21	40,1	705	6,29	67,3	1167
	750	119			150			204			285			375			529			876
	1500	211			240			332			454			623			854			1608
7,1	1000	141	7,12	10,4	160	7,01	14,2	221	6,96	19,3	303	7,16	27,2	415	7,22	37,7	569	7,16	70	1072
	750	106			120			166			227			311			427			804

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
8,0	1500	188			237			284			454			558			825			1399
	1000	125	7,87	11,4	158	8,06	14	189	7,92	22	303	7,94	27,1	372	8,02	40,4	550	7,98	68	933
	750	94			118			142			227			279			413			700
9,0	1500	167			230			284			405			537			760			1299
	1000	111	8,54	12	153	8,75	15,2	189	9,09	22,5	270	9,0	29,5	358	8,7	40,4	507	9,09	72,2	866
	750	83			115			142			202			268			380			650
10	1500	150			196			259			365			498			677			1266
	1000	100	9,6	11,5	131	9,83	15,5	172	9,78	21,8	243	9,77	29,8	332	9,78	40,4	451	10,03	77,6	844
	750	75			98			129			183			249			338			633
11,2	1500	134			155			211			289			414			549			1087
	1000	89	11,22	10,6	103	11,33	14,6	141	11,4	20,2	193	11,03	27,9	276	11,34	38	366	11,42	75,9	725
	750	67			78			106			145			207			274			543
12,5	1500	120			139			167			256			345			458			897
	1000	80	12,02	10,2	92	13,04	13,3	111	12,44	19,5	171	12,42	26,2	230	12,78	35,7	305	12,76	69,9	598
	750	60			69			84			128			173			229			448
14	1500	107			108			161			227			300			410			810
	1000	71	14,15	9,3	72	13,48	13,2	107	14,06	19,5	151	13,88	25,5	200	13,61	34,1	274	14,25	70,5	540
	750	54			54			80			113			150			205			405
16	1500	94			108			161			227			300			410			810
	1000	63	15,91	10,5	72	15,15	14,9	107	15,12	20,9	151	15,06	27,6	200	15,3	38,4	274	15,71	77,7	540
	750	47			54			80			113			150			205			405
18	1500	83			96			140			191			274			359			708
	1000	56	18,61	10,9	64	17,47	14,9	93	17,63	20,6	128	17	28,5	183	17,74	38,9	239	17,89	77,5	472
	750	42			48			70			96			137			179			354
20	1500	75			86			111			169			229			299			585
	1000	50	19,93	10,5	57	20,09	13,6	74	19,24	19,9	113	19,16	26,8	153	19,99	36,6	199	20	71,5	390
	750	38			43			56			85			114			150			293

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22,4	1500	67			67			97			132			178			260			485
	1000	45	23,06	9,5	45	21,96	13	65	22,26	18	88	22,16	24,1	119	21,74	34,5	173	22,78	67,5	323
	750	33			34			48			66			89			130			243
25	1500	60			57			76			106			146			201			428
	1000	40	25,32	8,9	38	25,01	11,6	51	25,36	16,4	70	24,89	22,3	98	24,97	30,7	134	24,41	63,8	285
	750	30			29			38			53			73			101			214
28	1500	54			44			66			91			127			166			323
	1000	36	29,38	7,9	29	27,02	10,9	44	27,38	15,3	61	26,88	20,8	84	27,93	28,4	111	28,33	56	216
	750	27			22			33			46			63			83			162

Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

Технические характеристики трехступенчатых цилиндрических редукторов 5ЦЗ—180ES....350ES

		Типоразмер																																
		5ЦЗ—180ES			5ЦЗ-200ES			5ЦЗ-225ES			5ЦЗ-250ES			5ЦЗ-280ES			5ЦЗ-350ES																	
I_N	$n_1, \frac{\text{об}}{\text{мин}}$	$n_2, \frac{\text{об}}{\text{мин}}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$	I_R	$T_2, \frac{\text{кН} \cdot \text{м}}{\text{кВт}}$	$P_1, \text{кВт}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21														
	1500	60			81			97			133			191			259			513														
	1000	40	24,02	11,7	54	25,03	14,5	65	24,75	19,7	89	24,55	28,1	128	24,82	38,4	172	25,52	78,3	342														
25	750	30			41			48			67			96			129			256														
	1500	54			68			97			135			184			246			450														
	1000	36	29,3	12	45	27,16	15,7	65	28,94	23,4	90	27,82	30,6	122	26,93	39,7	164	29,1	78,3	300														
28	750	27			34			48			68			92			123			225														

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
31,5	1500	48			55			88			122			171			219			408
	1000	32	32,52	10,7	37	30,54	16,1	59	31,11	22,7	81	30,18	30,8	114	30,28	39,7	146	32,09	78,4	272
	750	24			28			44			61			85			109			204
35,5	1500	42			54			74			97			142			188			358
	1000	28	34,27	11,1	36	34,22	15,1	49	35,88	20,8	65	34,08	28,9	95	35,1	39,5	125	36,53	78,2	238
	750	21			27			37			48			71			94			179
40	1500	38			48			58			87			119			156			297
	1000	25	38,03	11	32	39,37	13,7	39	38,89	20,2	58	38,4	27,3	79	39,54	37	104	40,83	72,6	198
	750	19			24			29			43			59			78			149
45	1500	33			37			55			76			103			136			292
	1000	22	43,21	9,7	25	47,08	15,5	37	44,74	20,3	51	46,12	28,5	69	43,01	35,1	91	44,9	78,3	194
	750	17			19			28			38			52			68			146
50	1500	30			41			56			76			103			138			264
	1000	20	48,59	11,8	27	49,17	16,5	37	48,1	21,8	51	50,05	31	69	48,33	39,8	92	49,51	78,2	176
	750	15			20			28			38			52			69			132
56	1500	27			9,4			47			64			88			121			232
	1000	18	56,81	11,2	22	54,26	15,4	32	56,08	21,4	43	56,5	29,8	59	54,92	39,8	81	56,38	78,3	155
	750	13			17			24			32			44			61			116
63	1500	24			30			37			56			74			102			197
	1000	16	60,84	10,8	20	62,43	14	25	61,22	20,6	37	63,68	28,1	49	61,87	37,9	68	63,01	74,2	131
	750	12			15			19			28			37			51			98
71	1500	21			23			33			44			64			89			177
	1000	14	70,4	9,7	15	68,22	13,5	22	70,84	18,7	29	71,12	27,2	43	67,3	35,9	59	70,36	74,6	118
	750	11			12			17			22			32			45			89
80	1500	19			23			35			35			64			88			168
	1000	13	80,57	11,1	15	75,81	16	23	80,68	17	23	77,17	29,5	43	75,62	39,8	59	77,59	78,1	112
	750	9,4			12			18			18			32			44			84

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
90	1500	17			21			31			42			58			76			147
	1000	11	94,22	11,8	14	87,37	16,1	21	88,13	22	28	87,12	30,4	39	87,67	39,8	51	88,35	77,9	98
	750	8,3			10			15			21			29			38			74
100	1500	15			19			24			36			48			66			129
	1000	10	100,9	11,3	12	100,52	14,6	16	96,2	20,9	24	98,19	28,4	32	98,77	39	44	98,75	76,1	86
	750	7,5			9,4			12			18			24			33			64
112	1500	13			14			21			29			37			57			107
	1000	8,9	116,75	10	9,5	109,85	13,7	14	111,32	19,1	19	113,57	25,4	25	107,44	36,8	38	112,47	71,8	71
	750	6,7			7,2			10			14			19			29			53
125	1500	12			12			17			23			31			44			94
	1000	8	128,2	9,3	8,1	125,11	12,4	11	126,78	17,5	15	127,57	23,5	21	123,39	32,5	29	120,53	67,4	62
	750	6			6,1			8,3			12			15			22			47
140	1500	11			9,4			14			20			26			36			72
	1000	7,1	148,75	8,3	6,2	135,08	11,6	9,5	136,88	16,2	13	137,74	21,8	18	138	30	24	139,9	59,9	48
	750	5,4			4,7			7,2			9,9			13			18			36

Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

Технические характеристики четырехступенчатых цилиндрических редукторов 5Ц4—180ES...350ES

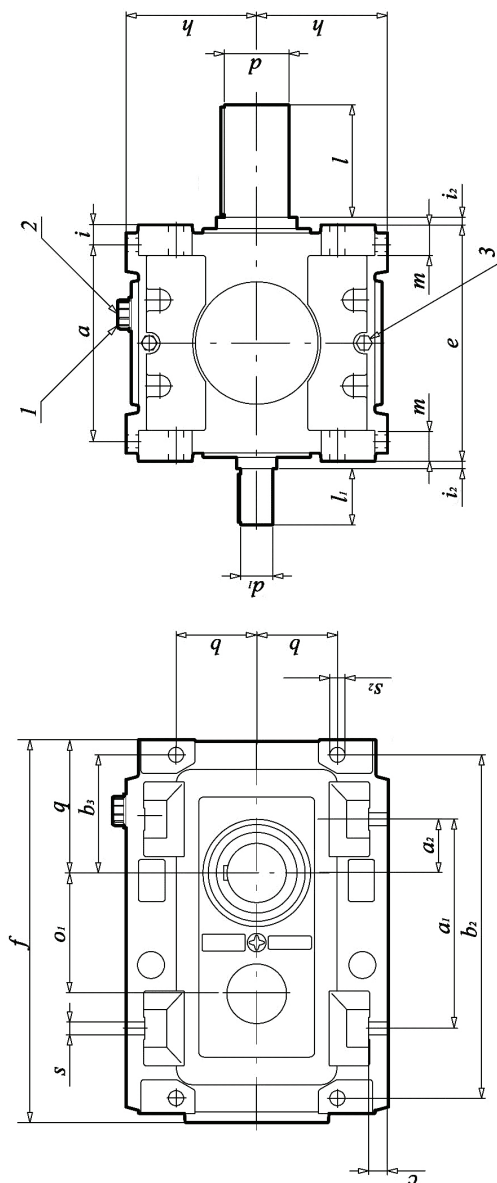
Типоразмер																	
			5Ц4—180 ES			5Ц4—200 ES			5Ц4—225 ES			5Ц4—280 E8S			5Ц4—350 ES		
I_N	n_1 , мин ⁻¹	n_2 , мин ⁻¹	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100	1500	15			21			29			41			68			134
	1000	10	97,18	11,9	14	100,15	16,8	19	99,56	23,7	27	97,56	39	45	97,25	76,4	89
	750	7,5			10			14			20			34			67
112	1500	13			18			25			32			58			118
	1000	8,9	109,65	11,3	12	106,08	15,7	17	114,4	21,4	21	113,1	38,6	39	110,74	76,3	78
	750	6,7			8,8			13			16			29			59
125	1500	12			17			20			29			52			103
	1000	8,0	121,71	11,8	11	122,04	14,2	13	124,88	21	19	127,41	38,6	34	123,78	75	69
	750	6,0			8,3			10			14			26			52
140	1500	11			12			19			30			46			92
	1000	7,1	138,27	9,8	8,1	144,74	15,9	12	142,88	24,9	20	135,76	36,7	31	141,42	76,5	62
	750	5,4			6,1			9,4			15			23			46
160	1500	9,4			13			19			26			43			86
	1000	6,3	155,49	12	8,8	152,42	16,7	12	153,61	23,8	18	155,74	39,1	29	152,41	76,6	57
	750	4,7			6,6			9,4			13			21			43
180	1500	8,3			11			15			21			37			75
	1000	5,6	181,81	11,7	7,3	175,66	15,8	10	177,15	21,7	14	176,96	38,8	25	173,55	76	50
	750	4,2			5,5			7,7			10			19			37
200	1500	7,5			10			13			19			33			66
	1000	5,0	194,92	11,8	6,9	191,92	14,8	8,8	193,39	21,2	12	199,35	38,5	22	193,97	75	44
	750	3,8			5,2			6,6			9,4			17			33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
224	1500	6,7			7,9			12			17			30			58
	1000	4,5	221,44	10,3	5,3	229,51	16,3	8,1	220,9	21,3	11	216,28	37,6	20	221,63	75,7	39
	750	3,3			4,0			6,1			8,3			15			29
250	1500	6,0			7,9			8,9			17			28			53
	1000	4,0	248,98	11,5	5,3	238,88	12,5	5,9	237,49	23	11	243,17	39,2	18	244,4	75,6	35
	750	3,0			4,0			4,5			8,3			14			26
280	1500	5,4			7,0			11			14			23			46
	1000	3,6	291,18	12	4,7	264,52	16,4	7,0	276,89	23,2	9,5	281,91	38,1	15	278,32	75,3	31
	750	2,7			3,5			5,3			7,2			12			23
315	1500	4,8			6,8			8,4			12			21			42
	1000	3,2	301,51	12	4,5	304,33	14,9	5,6	302,26	21,4	8,1	317,59	38,9	14	311,06	76,2	28
	750	2,4			3,4			4,2			6,1			10			21
355	1500	4,2			5,0			7,7			9,6			19			36
	1000	2,8	360,8	10,5	3,3	369,55	16,7	5,1	349,76	19,6	6,4	345,47	37,8	12	356,19	75,7	24
	750	2,1			2,5			3,9			4,8			9,4			18
400	1500	3,8			5,0			5,7			7,7			18			33
	1000	2,5	412,91	12	3,3	378,79	12,7	3,8	398,34	18	5,1	388,2	40	12	392,79	75,9	22
	750	1,9			2,5			2,9			3,9			8,8			17
450	1500	3,3			3,2			6,7			9,1			14			29
	1000	2,2	459,69	8,6	2,1	425,91	16,7	4,5	435,12	23,3	6,1	450,04	37,7	9,5	447,29	74,9	19
	750	1,7			1,6			3,4			4,6			7,2			14
500	1500	3,0			4,4			5,3			8,0			13			25
	1000	2,0	482,89	12,4	2,9	490,02	15,2	3,5	474,99	22,3	5,4	507	39,2	8,8	499,92	74,1	17
	750	1,5			2,2			2,6			4,0			6,6			13
560	1500	2,7						4,6			6,3			12			23
	1000	1,8					14,5	3,1	549,63	20,2	4,2	551,52	39,1	8,1	569,36	77	15
	750	1,3						2,3			3,1			6,1			12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
630	1500	2,4			3,1			3,6			5,1			9,4			20
	1000	1,6	598,36	10,8	2,1	609,91	13	2,4	625,96	18,6	3,4	633,4	34,7	6,2	610,19	70,8	13
	750	1,2			1,5			1,8			2,5			4,7			10
710	1500	2,1			2,0			3,2			4,3			7,7			15
	1000	1,4	762,36	8,8	1,3	658,5	12,3	2,1	675,83	17	2,9	708,41	31,9	5,1	708,23	63,9	10
	750	1,1			1,0			1,6			2,1			3,9			7,7

Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

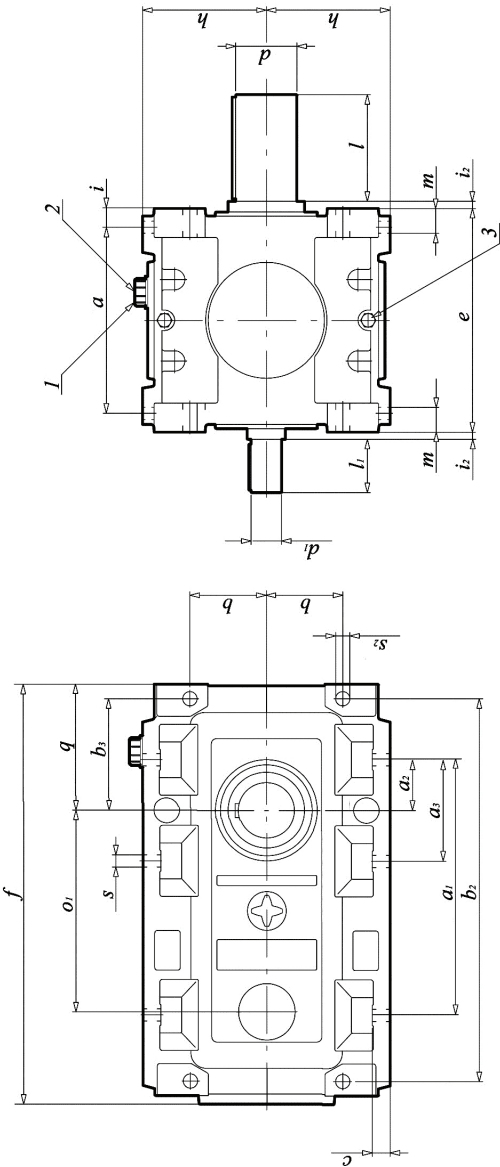
Габаритные и присоединительные размеры редукторов 5Ц, мм



1 — маслоуказатель; 2 — пробка-отдушина; 3 — заглушка отверстия для слива масла

Типоразмер	o_1	a	a_1	a_2	b	b_2	b_3	c	e	f	h	i	i_2	m	q	s	s_2	d	l	$i_N < 3,15$		$i_N > 3,15$	
																				d_1	l_1	d_1	l_1
5Ц-180ES	180	306	306	85	130	530	190	30	360	591	198	32	5	48	210	22	22	100	210	70	140	65	140
5Ц-200ES	200	335	353	95	145	577	200	32	400	643	220	37,5	5	53	223	22	26	110	210	85	170	70	140
5Ц-225ES	225	366	390	100	150	640	220	35	440	713	243	42	5	57	248	24	28	120	210	90	170	75	140
5Ц-250ES	250	386	450	125	210	720	255	32	480	770	300	52	5	67	285	24	28	130	250	110	210	90	170
5Ц-280ES	280	430	520	135	230	805	270	34	530	895	320	55	5	60	308	26	30	140	250	115	210	95	170
5Ц-350ES	355	495	—	200	285	—	380	45	630	—	390	72,5	5	60	430	35	35	180	300	—	—	—	—

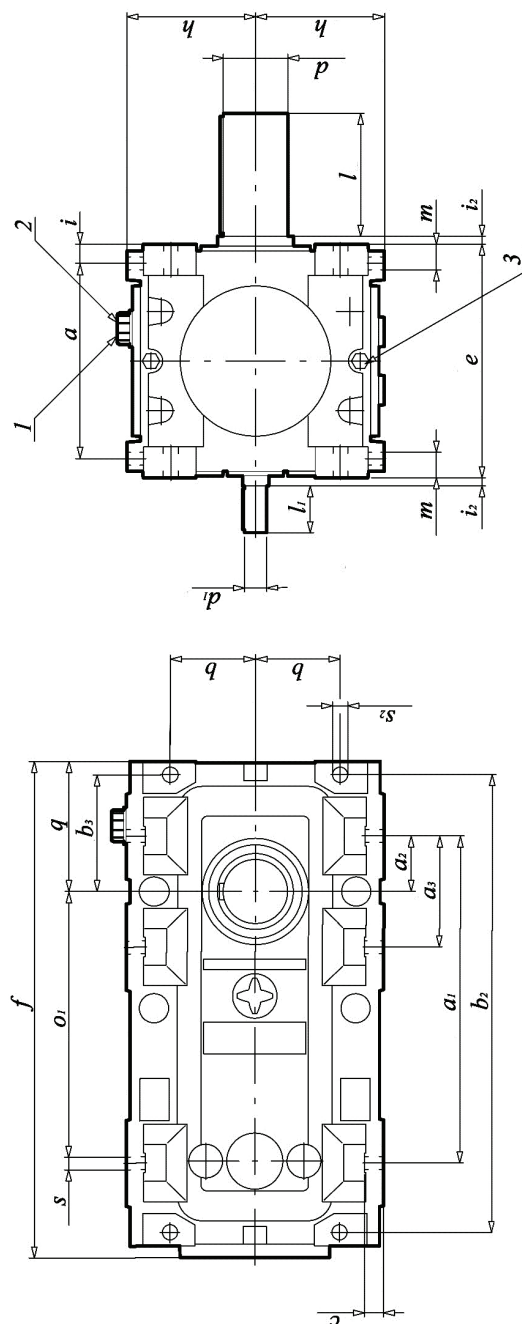
Габаритные и присоединительные размеры редукторов 5Ц2, мм



1 — маслоуказатель; 2 — пробка-отдушина; 3 — заглушка отверстия для слива масла

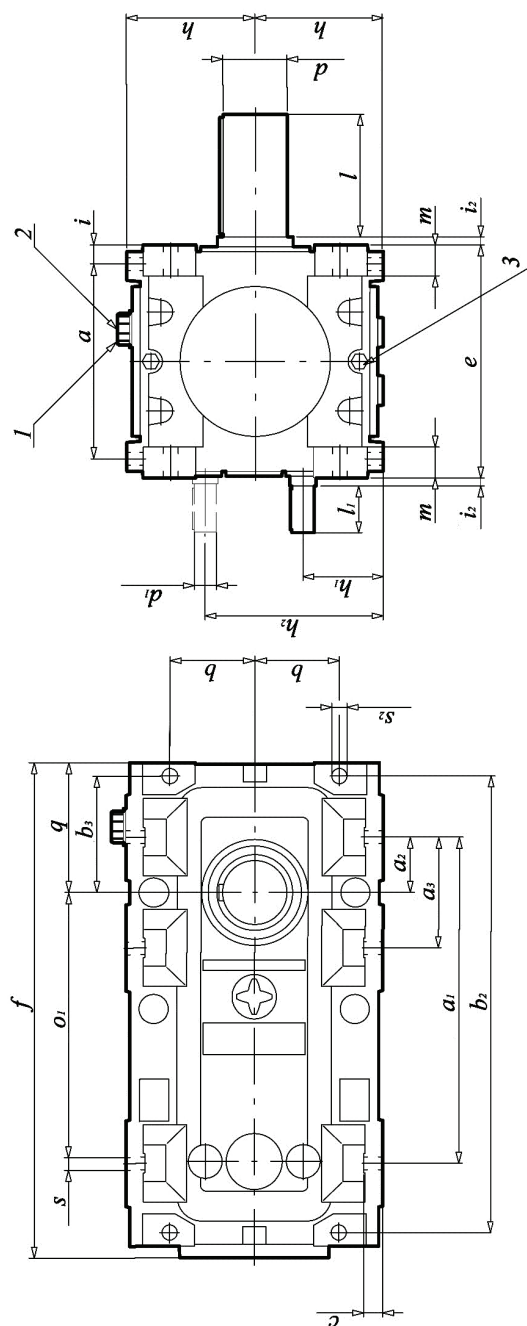
Типоразмер	o_1	a	a_1	a_2	a_3	b	b_2	b_3	c	e	f	h	i	i_2	m	q	s	s_2	d	l	$i_N < 14$		$i_N > 14$	
																					d_1	l_1	d_1	l_1
5Ц2–180ES	317	306	410	85	—	130	634	190	30	360	695	198	32	5	48	210	22	22	100	210	50	110	45	110
5Ц2–200ES	352	335	450	95	190	145	674	200	32	400	740	220	37,5	5	53	223	22	26	110	210	55	110	50	110
5Ц2–225ES	397	366	503	100	200	150	753	220	35	440	827	243	42	5	57	248	24	28	120	210	65	140	60	140
5Ц2–250ES	440	386	570	125	250	210	830	255	32	480	910	300	52	5	67	285	24	28	130	250	70	140	65	140
5Ц2–280ES	493	430	635	135	270	230	966	270	34	530	1050	320	55	5	80	308	26	30	140	250	75	140	70	140
5Ц2–350ES	625	495	825	200	400	285	1220	380	45	630	1335	390	72,5	5	60	430	35	35	180	300	90	170	80	170

Габаритные и присоединительные размеры редукторов 5ЦЗ, мм



1 — маслоуказатель; 2 — пробка-отдушница; 3 — заглушка отверстия для слива масла

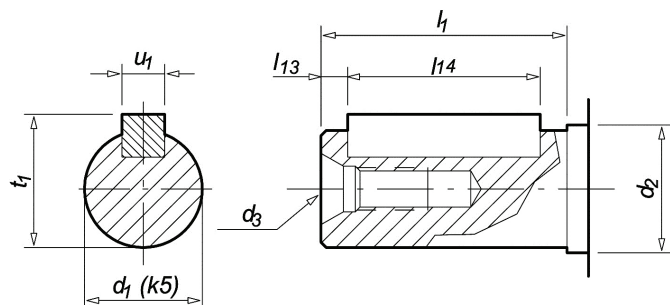
Типоразмер	o_1	a	a_1	a_2	a_3	b	b_2	b_3	c	e	f	h	i	i_2	m	q	s	s_2	d	l	d_1	l_1
5ЦЗ–180ES	416	306	497	90	180	130	716	190	30	360	777	198	32	5	48	210	22	22	100	210	32	80
5ЦЗ–200ES	462	335	560	95	190	145	785	200	32	400	845	220	37,5	5	53	223	22	26	110	210	38	80
5ЦЗ–225ES	527	366	618	100	200	150	868	220	35	440	941	243	42	5	57	248	24	28	120	210	42	110
5ЦЗ–250ES	577	386	710	125	270	210	970	255	32	480	1048	300	52	5	67	285	24	28	130	250	45	110
5ЦЗ–280ES	647	430	790	135	270	230	1070	270	34	530	1160	320	55	5	60	308	26	30	140	250	50	110
5ЦЗ–350ES	820	495	1030	200	400	285	1395	380	45	630	1510	390	72,5	5	60	430	35	35	180	300	65	140



1 — маслоуказатель; 2 — пробка-отдушина; 3 — заглушка отверстия для слива масла

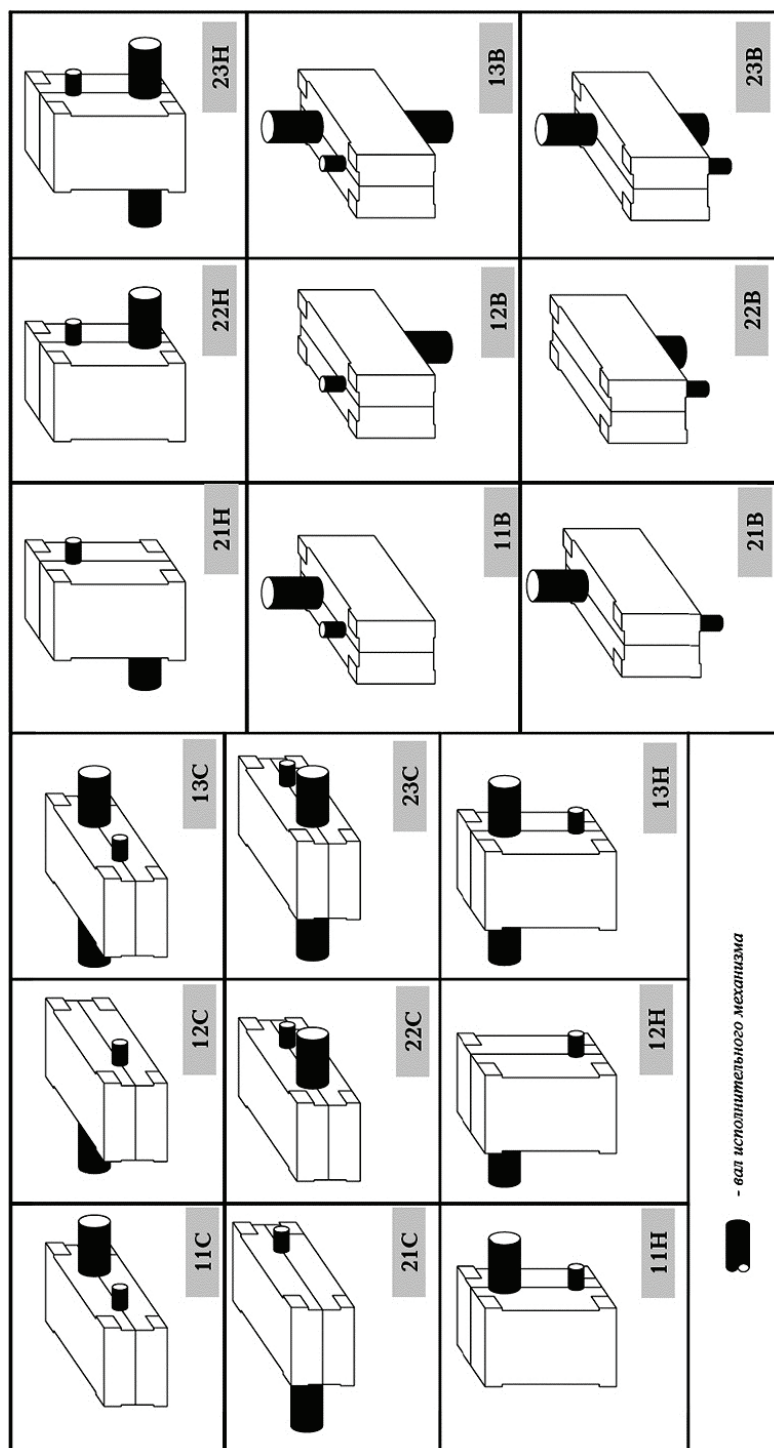
Типоразмер	α_1	a	a_1	a_2	a_3	b	b_2	b_3	c	e	h	h_1	h_2	i	i_2	m	q	s	s_2	d	l	d_1	l_1
5Ц4–180ES	416	306	497	90	180	130	716	190	30	360	777	198	123	273	32	5	48	210	22	100	210	28	60
5Ц4–200ES	462	335	560	95	190	145	785	200	32	400	845	220	136	304	37,5	5	53	223	22	110	210	28	60
5Ц4–225ES	527	366	618	100	200	150	868	220	35	440	941	243	146	340	42	5	57	248	24	120	210	32	80
5Ц4–280ES	599	430	790	135	270	230	1070	270	34	530	1160	320	212	428	55	5	60	308	26	140	250	38	80
5Ц4–350ES	759	495	1030	200	400	285	1395	380	45	630	1510	390	254	526	72,5	5	60	430	35	180	300	48	110

Размеры входных и выходных цилиндрических валов, мм



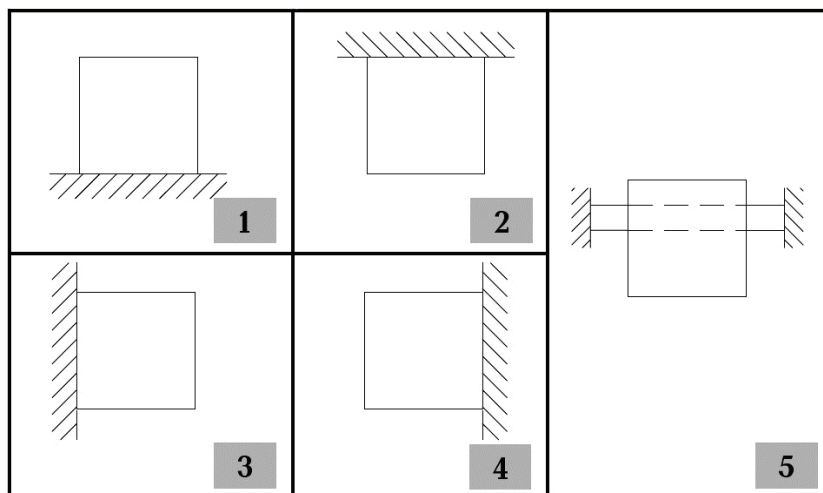
d_1	l_1	d_2	u_1	t_1	l_{14}	l_{13}	d_3
28 (k6)	60	30	8	31	50	5	M10
32 (k6)	80	35	10	35	70	5	M12
35 (k6)	80	40	10	38	70	5	M12
38 (k6)	80	45	10	41	70	5	M12
40 (k6)	110	45	12	43	100	5	M16
42 (k6)	110	55	12	45	100	5	M16
45 (k6)	110	55	14	48,5	100	5	M16
48 (k6)	110	55	14	51,5	100	5	M16
50 (k6)	110	55	14	53,5	100	5	M16
55 (m6)	110	60	16	59	100	5	M20
60 (m6)	140	70	18	64	130	5	M20
65 (m6)	140	70	18	69	130	5	M20
70 (m6)	140	80	20	74,5	130	5	M20
75 (m6)	140	90	20	79,5	130	5	M20
80 (m6)	170	90	22	85	150	10	M20
85 (m6)	170	90	22	90	150	10	M20
90 (m6)	170	100	25	95	150	10	M24
95 (m6)	170	110	25	100	150	10	M24
100 (m6)	210	120	28	106	180	15	M24
110 (m6)	210	130	28	116	180	15	M24
115 (m6)	210	130	32	121	180	15	M24
120 (m6)	210	150	32	127	180	15	M24
130 (m6)	250	150	32	137	240	15	M24
140 (m6)	250	160	36	148	220	15	M30
160 (m6)	300	180	40	169	250	25	M30
180 (m6)	300	200	45	190	250	25	M30
200 (m6)	350	220	45	210	280	35	M30
220 (m6)	350	240	50	231	280	35	M30
240 (m6)	410	260	56	252	320	45	M36
250 (m6)	440	270	56	262	360	40	M36

Варианты сборки и конструктивные исполнения по способу монтажа цилиндрических редукторов с концами валов под элементы привода*



Расположение поверхности крепления в пространстве

* Элементами привода являются полумуфты, шестерни и другие детали, передающие движение на исполнительный механизм.



Условное обозначение цилиндрического редуктора

Редуктор 5Ц4–180ES–100–11С–4–А–У2

5Ц4 — тип редуктора (цилиндрический четырехступенчатый);

180 — условный габарит;

ES — название серии;

100 — передаточное отношение;

11С — вариант сборки;

4 — расположение поверхности крепления в пространстве;

А — вариант расположения входного вала относительно выходного вала (только для редукторов типа 5Ц4; А — выше, Б — ниже);

У2 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150–69.

Редукторы коническо-цилиндрические типа 5КЦ, 5КЦ2, 5КЦ3 серии ES*
Технические характеристики двухступенчатых коническо-цилиндрических редукторов 5Ц-180ES...280ES

Типоразмер																				
			5КЦ-180ES			5КЦ-200ES			5КЦ-225ES			5КЦ-250ES			5КЦ-280ES					
			I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт			
I_N	n_1 , об/мин	n_2 , об/мин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
			5,6	1500	268			188			238			335			458			565
			1000	179	5,81	6,7	125	5,81	8,5	159	5,2	10,6	223	5,31	14,9	305	5,81	20,1	377	
6,3	750	134			94			119			168			229			283			
	1500	238			188			238			335			458			565			
	1000	159	6,54	7,5	125	6,54	9,5	159	6,43	13,2	223	6,53	18,3	305	6,54	22,6	377			
7,1	750	119			94			119			168			229			283			
	1500	211			188			238			335			453			565			
	1000	141	7,65	8,8	125	7,53	11	159	7,5	15,4	223	7,37	20,4	302	7,58	26,2	377			
8,0	750	106			94			119			168			227			283			
	1500	188			182			224			335			438			565			
	1000	125	8,19	9,1	121	8,67	11,9	149	8,19	16,8	223	8,3	22,2	292	8,54	29,5	377			
9,0	750	94			91			112			168			219			283			
	1500	167			142						270			336			530			
	1000	111	9,47	8,2	95				9,47	15,6	180	8,81	18,1	224	9,29	30,1	353			
10	750	83			71						135			168			265			
	1500	150			122			133			192			359			406			
	1000	100	10,4	7,8	81	9,76	7,9	89	9,6	11,3	128	9,6	21,1	239	9,54	23,7	271			
	750	75			61			67			96			180			203			

* Данные взяты из каталога НТЦ «Редуктор», г. Санкт-Петербург.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11,2	1500	134	11,41	7,4	106	10,79	10,2	154	11,2	13,1	192	10,79	19,4	294	11,08	27,4	406
	1000	89			71			103			128			196			271
	750	67			53			77			96			147			203
12,5	1500	120	12,22	7,9	106	12,94	10,5	133	12,22	14,3	192	12,16	22,4	301	12,46	30,9	406
	1000	80			71			89			128			201			271
	750	60			53			67			96			151			203
14	1500	107	14,14	8,4	97	14,14	11,5	133	14,14	15,9	184	14,07	21,5	250	13,55	30,6	370
	1000	71			65			89			123			166			247
	750	54			49			67			92			125			185
16	1500	94	15,53	7,9	83	16,11	10,3	105	16,11	14,6	148	15,8	19,7	205	15,56	27,3	287
	1000	63			55			70			99			136			191
	750	47			42			53			74			102			144
1S	1500	83	18,02	6,9	63	17,39	9,7	91	17,39	13,6	128	17,06	18,4	177	17,4	25,1	236
	1000	56			42			61			85			118			157
	750	42			32			46			64			88			118
20	1500	75	19,01	5,5	47	20,13	7,0	57	19,01	8,6	74	18,84	15,2	132	19,87	25,3	208
	1000	50			31			38			49			88			139
	750	38			24			29			37			66			104
22,4	1500	67	22	6,3	47	22	7,7	57	22	9,9	74	21,8	17,6	132	21,62	27,5	208
	1000	45			31			38			49			88			139
	750	33			24			29			37			66			104
25	1500	60	24,16	6,9	47	25,06	8,7	57	25,06	11,3	74	24,49	19,8	132	24,83	27,9	184
	1000	40			31			38			49			88			123
	750	30			24			29			37			66			92
28	1500	54	28,03	7,0	41	27	9,4	57	27,05	12,2	74	26,44	18,8	117	27,77	25,8	152
	1000	3S			27			38			49			78			101
	750	27			21			29			37			58			76

Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

**Технические характеристики трехступенчатых
коническо-цилиндрических редукторов 5Ц2—180ES...280ES**

			Типоразмер														
			5КЦ2–180ES			5КЦ2–200ES			5КЦ2–225ES			5КЦ2–250ES			5КЦ2–280ES		
I_N	n_1 , об/мин	n_2 , об/мин	I_R	$T_{2\gamma}$, кН·м	P_1 , кВт	I_R	$T_{2\gamma}$, кН·м	P_1 , кВт	I_R	$T_{2\gamma}$, кН·м	P_1 , кВт	I_R	$T_{2\gamma}$, кН·м	P_1 , кВт	I_R	$T_{2\gamma}$, кН·м	P_1 , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1500	60			56			77			103			153			232
	1000	40	25,3	8,5	38	23,86	11	51	24	14,8	69	26,16	24	102	23,87	33,1	155
25	750	30			28			39			52			77			116
	1500	54			48			75			101			134			205
	1000	36	27,46	7,9	32	27,45	12,3	50	29,6	17,9	67	29,21	23,4	89	26,89	33	137
28	750	27			24			38			51			67			103
	1500	48			48			72			101			134			184
	1000	32	29,8	8,6	32	31,92	13,8	48	31,82	19,2	67	31,7	25,4	89	32,22	35,5	123
31,5	750	24			24			36			51			67			92
	1500	42			48			63			86			123			161
	1000	28	33,5	9,6	32	36,78	13,9	42	37,1	19,1	57	35,79	26,3	82	37,35	36	107
35,5	750	21			24			32			43			62			81
	1500	38			43			50			76			103			138
	1000	25	39,18	10,1	29	42,32	12,7	33	40,5	18,4	51	40,33	24,9	69	39,24	32,4	92
40	750	19			22			25			38			52			69
	1500	33			31			43			58			82			128
	1000	22	44,49	8,3	21	46,25	11,9	29	44,19	15,3	39	47,32	23,2	55	47,01	36	85
45	750	17			16			22			29			41			64
	1500	30			31			41			58			68			97
	1000	20	50,02	9,3	21	47,65	11,7	27	47,51	16,5	39	50,74	20,6	45	49,02	28,5	65
50	750	15			16			21			29			34			49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
56	1500	27	58,49	10,2	29	54,91	13,5	41	55,39	19,2	58	53,43	26,2	82	54,5	35,9	110
	1000	18			19			27			39			55			73
	750	13			15			21			29			41			55
63	1500	24	62,64	9,7	26	63,18	12,9	34	60,47	18,8	52	60,21	25,2	70	61,39	34,5	94
	1000	16			17			23			35			47			63
	750	12			13			17			26			35			47
71	1500	21	72,48	8,7	20	69,05	12,4	30	69,97	16,7	40	69,65	22,9	55	66,78	32,4	81
	1000	14			13			20			27			37			54
	750	11			10			15			20			28			41
80	1500	19	79,59	8,6	18	78,64	10,8	23	79,69	15,3	32	78,23	21,1	45	76,7	28,9	63
	1000	13			12			15			21			30			42
	750	9,4			9,0			12			16			23			32
90	1500	17	90,99	9,3	17	85,42	11,2	22	86,17	15	29	85,21	19,4	38	86,74	35,8	69
	1000	11			11			15			19			25			46
	750	8,3			8,5			11			15			19			35
100	1500	15	97,44	9,9	17	98,28	12,9	22				93,66	21,9	39	97,72	35,1	60
	1000	10			11			15						26			40
	750	7,5			8,5			11						20			30
112	1500	13	112,75	8,8	13	107,41	12,2	19	108,84	17,6	27	108,34	23,3	36	106,3	33,1	52
	1000	8,9			8,7			13			18			24			35
	750	6,7			6,5			9,5			14			18			26
125	1500	12	123,8	8,9	12	122,33	11	15	123,96	15,6	21	121,7	21,1	29	122,08	30	41
	1000	8,0			8,0			10			14			19			27
	750	6,0			6,0			7,5			11			15			21
140	1500	11	143,65	7,5	8,7	132,07	10,3	13	133,83	14,4	18	131,39	19,7	25	136,54	27	33
	1000	7,1			5,8			8,7			12			17			22
	750	5,4			4,4			6,5			9,0			13			17

Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

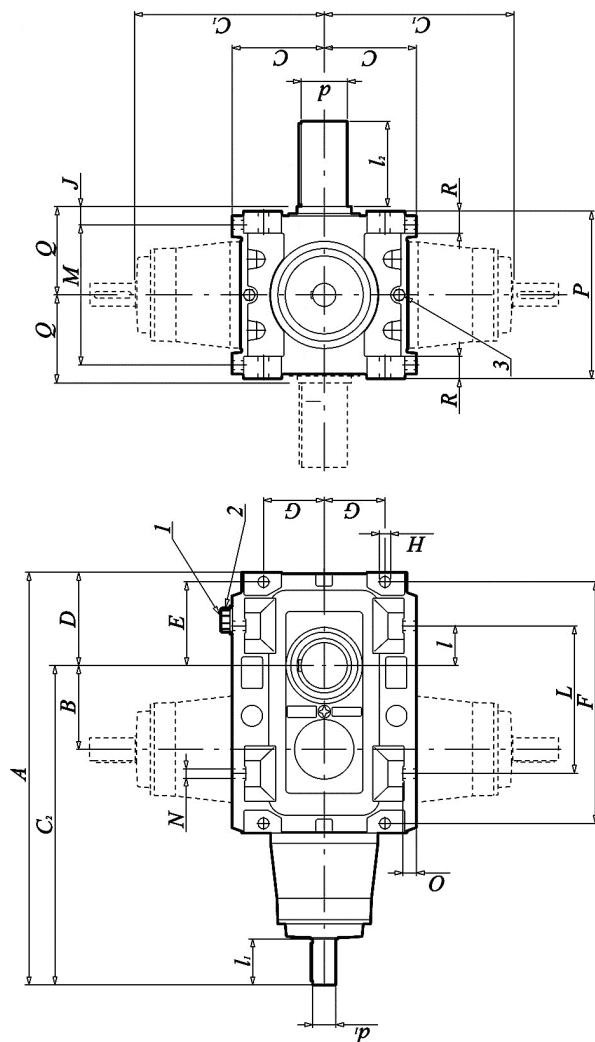
Технические характеристики четырехступенчатых коническо-цилиндрических редукторов 5ЦЗ—180ES...280ES

			Типоразмер														
			5КЦЗ—180ES			5КЦЗ—200ES			5КЦЗ—225ES			5КЦЗ—280ES					
T_2	n_1 , об/ мин	n_2 , об/ мин	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт	I_R	T_2 , кН·м	P_1 , кВт
1	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100	1000	15	102,29	10,8	18	103,5	152	25	97,78	19,5	23	101,5	34,5	39	103,97	69,4	76
112	1500	13	115,32	8,8	13	114,23	14	21	112,76	19,8	20	108,99	26,2	27	112,23	69,7	106
	750	6,7			6,5			11			15			21			53
125	1500	12			15			21		28	41			27	118,4	69,3	100
	1000	8	119,61	10,5	10	119,29	14,7	14	120	19,7	19	121,45	29,2	27	118,4	69,3	67
	750	6			7,5			11		14	21			21			50
140	1500	11			12			17		23	45			45			86
	1000	7,1	135,8	9,5	8,0	147,96	14,7	11	140,61	18,9	15	132,56	34,9	30	137,89	69,5	57
	750	5,4			6,0			8,5		12	23			23	43		43
160	1500	9,4			12			17		23	38			38			78
	1000	6,3	152,7	10,7	8,0	154,52	15,4	11	151,17	20,4	15	158,81	35,3	25	152,06	69,5	52
	750	4,7			6,0			8,5		12	19			19			39
180	1500	8,3			10			15		20	35			35			68
	1000	5,6	169,61	9,9	6,7	170,53	15	10	176,25	20,6	13	172,1	35,3	23	173,16	69	45
	750	4,2			5,0			7,5		10	18			18			34
200	1500	7,5			9,2			12		17	32			32			61
	1000	5	198,36	10,7	6,1	196,2	13,8	8,0	191,48	19,1	11	190,02	35,6	21	193,54	69,1	41
	750	3,8			4,6			6,0		8,5	16			16			31
	1500	6,7			8,3			11		15	26			26			54
224	1000	4,5	212,41	10,3	5,5	211,61	13,6	7,3	235,15	20,7	10	232,27	35,4	17	219,99	69,6	36
	750	3,3			4,2			5,5		7,5	13			13			27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
250	1500	6			7,1			11			11			25			49
	1000	4	253,21	10,5	4,7	238,24	15,3	7,3	252,34	16,3	7,3	236,83	34,7	17	242,59	69,6	33
	750	3			3,6			5,5			5,5			13			25
280	1500	5,4			6,7			9,6			13			22			43
	1000	3,6	277,76	10,9	4,5	265,26	14,9	6,4	274,16	20,9	8,7	269,1	34,7	15	271,37	68,3	29
	750	2,7			3,4			4,8			6,5			11			22
315	1500	4,8			6,0			7,6			11			20			39
	1000	3,2	297,44	10,5	4,0	305,19	13,6	5,1	299,28	19,3	7,3	303,15	35,5	13	303,3	69,3	26
	750	2,4			3,0			3,8			5,5			10			20
355	1500	4,2			4,7			7,0			8,8			16			34
	1000	2,8	344,17	9,5	3,1	370,6	15,2	4,7	346,31	17,8	5,9	370,56	34,7	11	344,76	68,7	23
	750	2,1			2,4			3,5			4,4			8,0			17
400	1500	3,8			4,71			5,2			7,1			14			31
	1000	2,5	393,88	10,8	3,1	379,86	11,6	3,5	394,41	16,4	4,7	378,73	31,1	9,3	380,18	69	21
	750	1,9			2,4			2,6			3,6			7,0			16
450	1500	3,3			4,1			6,1			8,3			14			27
	1000	2,2	460,64	11,1	2,7	427,12	15,3	4,1	430,83	20,9	5,5	429,59	35,2	9,3	432,94	68,5	18
	750	1,7			2,1			3,1			4,2			7,0			14
500	1500	3			3,7			4,8			7,4			12			24
	1000	2	493,27	10,7	2,5	491,41	13,8	3,2	470,3	20,4	4,9	483,96	34	8,0	483,88	68	16
	750	1,5			1,9			2,4			3,7			6,0			12
560	1500	2,7			2,9			4,2			5,8						21
	1000	1,8	570,79	9,7	1,9	537,04	13,2	2,8	544,2	18,5	3,9				551,09	67,8	14
	750	1,3			1,5			2,1			2,9						11
630	1500	2,4			2,5			3,3			4,6			8,9			
	1000	1,6	626,75	9,2	1,7	611,63	11,8	2,2	619,79	16,7	3,1	604,61	31,5	5,9			
	750	1,2			1,3			1,7			2,3			4,5			
710	1500	2,1	727,22	8,1	1,9	660,36	11,2	2,9	669,17	15,7	4,0	676,21	28,9	7,3	685,49	56,2	14
	1000	1,4			1,3			1,9			2,7			4,9			9,3

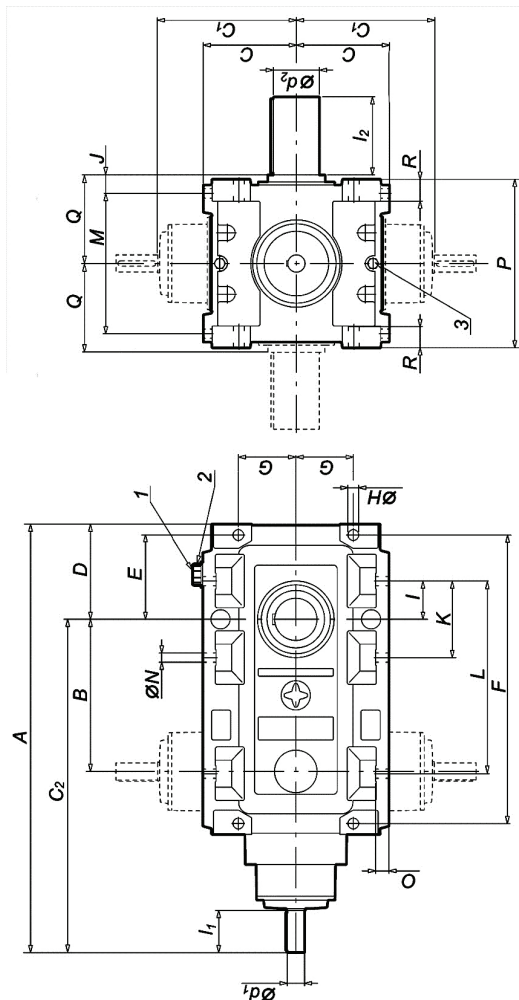
Примечания: I_N — номинальное передаточное отношение редуктора; n_1 — номинальная частота вращения входного вала редуктора; n_2 — номинальная частота вращения выходного вала редуктора; I_R — фактическое передаточное отношение редуктора; T_2 — максимальный крутящий момент на выходном валу редуктора; P_1 — максимальная передаваемая мощность редуктора.

Габаритные и присоединительные размеры редукторов 5КЦ, мм



Типоразмер	A	B	C	C ₁	C ₂	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	d	d ₁	l ₁	l ₂
5КЦ-180ES	810	180	198	420	600	210	190	530	130	22	85	32	306	306	22	30	360	185	48	100	48	110	210
5КЦ-200ES	876	200	220	453	653	223	200	577	145	26	95	37,5	335	353	22	32	400	205	53	110	55	110	210
5КЦ-225ES	959	225	243	486	711	248	220	640	150	28	100	42	366	390	24	35	440	225	57	120	60	140	210
5КЦ-250ES	1055	250	300	522	770	285	255	720	210	28	125	52	386	450	24	32	480	245	67	130	65	140	250
5КЦ-280ES	1179	280	320	587	867	308	270	805	230	30	135	55	430	520	26	34	530	270	60	140	70	140	250

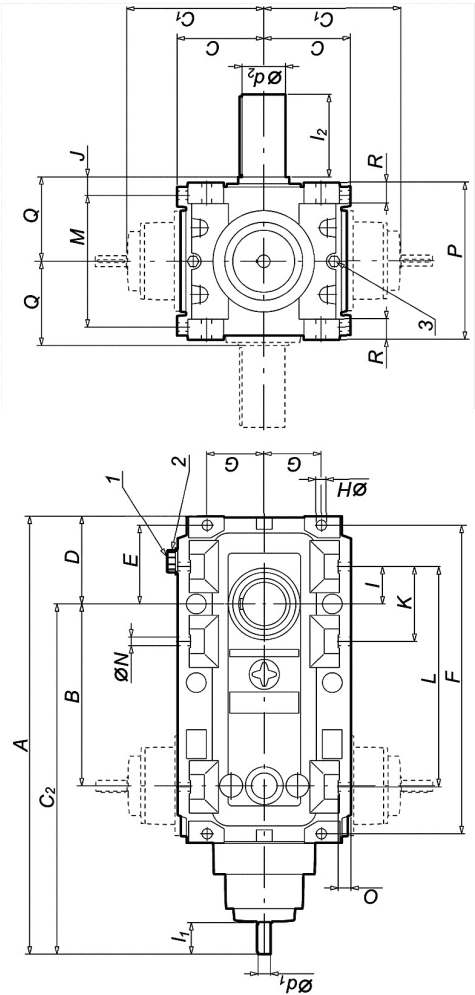
Габаритные и присоединительные размеры редукторов 5КЦ2, мм



1 — маслоуказатель; 2 — пробка-отдушина; 3 — заглушка отверстия для слива масла

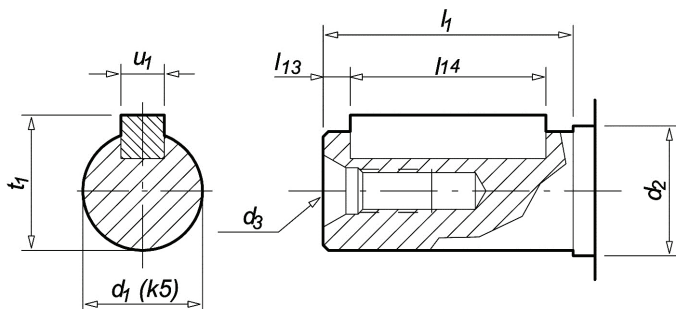
Типоразмер	A	B	C	C ₁	C ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	d ₁	d ₂	I ₁	I ₂
5КЦ2-180ES	846	317	198	319	636	210	190	634	130	22	85	32	—	410	306	22	30	360	185	48	38	100	80	210
5КЦ2-200ES	935	352	220	348	700	223	200	674	145	26	95	37,5	190	450	335	22	32	400	205	53	42	110	110	210
5КЦ2-225ES	1018	397	243	373	770	248	220	753	150	28	100	42	200	503	366	24	35	440	225	57	48	120	110	210
5КЦ2-250ES	1115	440	300	390	830	285	255	830	210	28	125	52	250	570	386	24	32	480	245	67	55	130	110	250
5КЦ2-280ES	1251	493	320	450	943	308	275	966	230	30	135	55	270	635	430	26	34	530	270	80	60	140	140	250

Габаритные и присоединительные размеры редукторов 5КЦ3, мм



Типоразмер	A	B	C	C ₁	C ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	d ₁	d ₂	I ₁	I ₂
5КЦ3-180ES	896	416	198	270	686	210	190	716	130	22	90	32	180	497	306	22	30	360	185	48	28	100	60	210
5КЦ3-200ES	988	457,2	220	335	765	223	200	785	145	26	95	37,5	190	560	335	22	32	400	205	53	32	110	80	210
5КЦ3-225ES	1123	527	243	348	875	248	220	868	150	28	100	42	200	618	366	24	35	440	225	57	38	120	80	210
5КЦ3-280ES	1368	624,6	320	493	1060	308	270	1070	230	30	135	55	270	790	430	26	34	530	270	60	42	140	110	250
5КЦ3-350ES	1720	789,3	390	575	1290	430	380	1395	285	35	200	72,5	400	1030	495	35	45	630	320	60	50	180	110	300

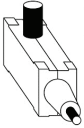
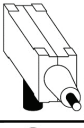
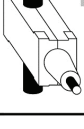
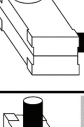
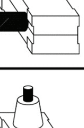
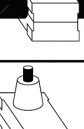
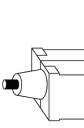
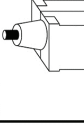
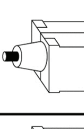



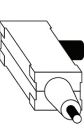
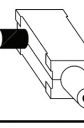
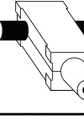

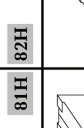


Размеры входных и выходных цилиндрических валов, мм



d_1	l_1	d_2	u_1	t_1	l_{14}	l_{13}	d_3
28(k6)	60	30	8	31	50	5	M10
32(k6)	80	35	10	35	70	5	M12
35(k6)	80	40	10	38	70	5	M12
38(k6)	80	45	10	41	70	5	M12
40(k6)	110	45	12	43	100	5	M16
42(k6)	110	55	12	45	100	5	M16
45(k6)	110	55	14	48,5	100	5	M16
48(k6)	110	55	14	51,5	100	5	M16
50(k6)	110	55	14	53,5	100	5	M16
55(m6)	110	60	16	59	100	5	M20
60(m6)	140	70	18	64	130	5	M20
65(m6)	140	70	18	69	130	5	M20
70(m6)	140	80	20	74,5	130	5	M20
75(m6)	140	90	20	79,5	130	5	M20
80(m6)	170	90	22	85	150	10	M20
85(m6)	170	90	22	90	150	10	M20
90(m6)	170	100	25	95	150	10	M24
95(m6)	170	110	25	100	150	10	M24
100(m6)	210	120	28	106	180	15	M24
110(m6)	210	130	28	116	180	15	M24
115(m6)	210	130	32	121	180	15	M24
120(m6)	210	150	32	127	180	15	M24
130(m6)	250	150	32	137	240	15	M24
140(m6)	250	160	36	148	220	15	M30
160(m6)	300	180	40	169	250	25	M30
180(m6)	300	200	45	190	250	25	M30
200(m6)	350	220	45	210	280	35	M30
220(m6)	350	240	50	231	280	35	M30
240(m6)	410	260	56	252	320	45	M36
250(m6)	440	270	56	262	360	40	M36

Примечание: k6 и m6 — поля допусков валов

Варианты сборки и конструктивные исполнения по способу монтажа коническо-цилиндрических редукторов с концами валов под элементы привода*

 41C	 42C	 43C	 71B	 72B	 73B
 41H	 42H	 43H	 81H	 82H	 83H
 41B	 42B	 43B	 81B	 82B	 83B
 - вал исполнительного механизма					

Условное обозначение цилиндрического редуктора

Редуктор 5КЦ3–180ES–100–41C–3–У2

5КЦ3 — тип редуктора (коническо-цилиндрический трехступенчатый); 180 — условный габарит; ES — название серии; 100 — передаточное отношение; 41C — вариант сборки; 3 — расположение поверхности крепления в пространстве; У2 — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ15150–69.

* Элементами привода являются полумуфты, шестерни и другие детали, передающие движение на исполнительный механизм.

Методика выбора редукторов серии ES

Выбор редуктора состоит в определении его типоразмера по таблицам технических характеристик.

Редукторы эксплуатируются в различных условиях и режимах, что необходимо учитывать при их выборе, поэтому исходными данными для выбора редуктора являются:

- потребляемая мощность приводимой машины P_e , кВт;
- расчетная частота вращения выходного вала n_{2P} , мин⁻¹;
- расчетная частота вращения входного вала n_{1P} , мин⁻¹;
- характер внешней нагрузки;
- продолжительность суточной работы, ч;
- частота пусков в час;
- тип применяемого смазочного материала;
- наличие упругих элементов (муфты, ремни и др.) на входном и выходном валах редуктора;
- наличие реверсивного режима работы;
- место установки редуктора;
- скорость потока воздуха, м/с;
- температура окружающей среды, °С.

Также следует учесть требуемые конструктивные особенности редуктора:

- 1) вариант расположения редуктора в пространстве;
- 2) конструктивное исполнение по способу монтажа:
 - на лапах;
 - с реактивной штангой;
- 3) особенности исполнения выходного вала:
 - вал односторонний или двухсторонний;
 - вал полый со шпоночным пазом, полый со стяжной муфтой или цилиндрический;
- 4) количество и расположение входных валов (для коническо-цилиндрических редукторов).

Выбор типа редуктора

Рассчитываем требуемое передаточное отношение редуктора:

$$i = n_{1P}/n_{2P}.$$

Учитывая требуемое передаточное отношение i , по табл. П. 8.1 выбираем тип редуктора.

Таблица П. 8.1

Выбор типа редуктора в зависимости от передаточного отношения

Передаточное отношение i	Тип редуктора
1,25–5,6	одноступенчатый — 5Ц
5,6–28	двухступенчатый — 5Ц2, 5КЦ
25–140	трехступенчатый — 5Ц3, 5КЦ2
100–710	четырёхступенчатый — 5Ц4, 5КЦ3

Выбор типоразмера редуктора

Требуемое значение расчетно-эксплуатационной мощности редуктора определяем по формуле

$$P_{p\mathcal{E}} = P_e \cdot K_{\mathcal{E}},$$

где $K_{\mathcal{E}}$ — эксплуатационный коэффициент, учитывающий фактические условия эксплуатации и режим работы редуктора,

$$K_{\mathcal{E}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4.$$

Значения коэффициентов $K_1 - K_4$ выбираем по табл. П. 8.2–8.5. Если полученное значение $K_{\mathcal{E}} > 3$, то для дальнейших расчетов принимаем $K_{\mathcal{E}} = 3$.

Таблица П. 8.2

Коэффициент характера эксплуатации редуктора K_1

Время работы в сутки		4 часа			8 часов			16 часов			24 часа		
Частота пусков в час		<10	10–100	>100	<10	10–100	>100	<10	10–100	>100	<10	10–100	>100
Характер нагрузки	равномерная	1	1	1	1	1	1,1	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
	средние толчки	1	1,1	1,3	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5
	сильные толчки	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7

Таблица П. 8.3

Коэффициент смазки K_2

Тип смазки зарубежного производства	K_2	Тип смазки российского производства	K_2
Синтетическая	1,0	Синтетическая	1,1
Минеральная	1,2	Минеральная	1,3

Таблица П. 8.4

Коэффициент наличия упругих элементов K_3

Наличие упругих элементов		Частота пусков в час		
На входном валу	На выходном валу	До 10	Свыше 10 до 50	Свыше 50
Да	Да	1,0	1,05	1,1
Нет	Да	1,1	1,15	1,2
Да	Нет	1,15	1,2	1,3
Нет	Нет	1,2	1,3	1,4

Примечание. Рекомендуются использовать упругие муфты на входном и выходном валах.

Таблица П. 8.5

Коэффициент реверсивных пусков K_4

Наличие реверсивного движения	K_4
Реверсивные пуски отсутствуют	1,0
Реверсивные пуски после остановки более 10 с	1,0
Реверсивные пуски после остановки 2–10 с	1,2–1,0
Реверсивные пуски после остановки менее 2 с	1,3

В таблицах технических характеристик редукторов найдем минимальный типоразмер редуктора, для которого табличные значения i_N и P удовлетворяют условиям: $i_N \approx i$, $P \geq P_{р\text{э}}$. При этом выбираем лучший вариант, соответствующий тому или иному существующему требованию эксплуатации, — передаточному отношению или передаваемой мощности.

Проверка редуктора на нагрев

Использование мощности редуктора определяем по формуле:

$$K_p = \frac{P_c}{P} \cdot 100 \%,$$

где P — максимальная передаваемая мощность редуктора, кВт.

Проверяем необходимость дополнительного охлаждения редуктора:

$$P_e \leq P_{G1} \cdot f_A \cdot f_W,$$

где P_{G1} — термическая мощность редуктора без дополнительного охлаждения, кВт (см. табл. П. 8.8–8.11); f_A — коэффициент использования мощности (см. табл. П. 8.6); f_W — температурный коэффициент (см. табл. П. 8.7).

При выполнении этого условия дополнительное охлаждение редуктора не требуется, в противном случае следует использовать воздушный вентилятор.

Таблица П. 8.6

Коэффициент использования мощности

Использование мощности редуктора $K_p, \%$	100	80	60	40
Коэффициент использования мощности f_A	1,0	1,04	1,12	1,27

Таблица П. 8.7

Температура окружающей среды, °C	Продолжительность включения (ПВ), %				
	100	80	60	40	20
10	1,12	1,18	1,3	1,51	1,93
20	1,0	1,06	1,16	1,35	1,78
30	0,88	0,93	1,02	1,19	1,57
40	0,75	0,8	0,87	1,01	1,34
50	0,63	0,67	0,73	0,85	1,12

Примечание. Если время работы редуктора под нагрузкой больше 1 часа, то ПВ = 100 %.

Таблица П. 8.8

Термическая мощность одноступенчатых редукторов, кВт

Место установки редуктора	Скорость потока воздуха, м/с	Типоразмер					
		5Ц-180ES	5Ц-200ES	5Ц-225ES	5Ц-250ES	5Ц-280ES	5Ц-350ES
		Термическая мощность редукторов без дополнительного охлаждения P_{G1}					
Большие или средние помещения	$\leq 0,3$	129	156	191	244	299	458
Снаружи	1	155	188	230	294	360	552
Место установки редуктора	$n_1, \text{мин}^{-1}$	Термическая мощность редукторов с вентилятором P_{G2}					
Большие или средние помещения	1500	187	226	277	354	433	664
	1000	144	175	214	273	335	513
Снаружи	1500	229	278	340	435	533	916
	1000	178	216	264	338	414	634

Таблица П. 8.9

Термическая мощность двухступенчатых редукторов, кВт

Место установки редуктора	Скорость потока воздуха, м/с	Типоразмер					
		5Ц2-180ES 5КЦ-180ES	5Ц2-200ES 5КЦ-200ES	5Ц2-225ES 5КЦ-225ES	5Ц2-250ES 5КЦ-250ES	5Ц2-280ES 5КЦ-280ES	5Ц2-350ES
		Термическая мощность редукторов без дополнительного охлаждения P_{G1}					
Большие или средние помещения	$\leq 0,3$	80	96	118	153	189	286
Снаружи	1	96	116	142	184	228	344
Место установки редуктора	$n_1, \text{мин}^{-1}$	Термическая мощность редукторов с вентилятором P_{G2}					
Большие или средние помещения	1500	112	135	165	214	264	400
	1000	88	106	130	168	208	314
Снаружи	1500	140	168	206	267	330	499
	1000	108	130	159	206	255	386

Таблица П. 8.10

Термическая мощность трехступенчатых редукторов, кВт

Место установки редуктора	Скорость потока воздуха, м/с	Типоразмер					
		5Ц3-180ES 5КЦ2-180ES	5Ц3-200ES 5КЦ2-200ES	5Ц3-225ES 5КЦ2-225ES	5Ц3-250ES 5КЦ2-250ES	5Ц3-280ES 5КЦ2-280ES	5Ц3-350ES
		Термическая мощность редукторов без дополнительного охлаждения P_{G1}					
Большие или средние помещения	$\leq 0,3$	61	74	90	117	141	226
Снаружи	1	73	89	109	141	170	272
Место установки редуктора	$n_1, \text{мин}^{-1}$	Термическая мощность редукторов с вентилятором P_{G2}					
Большие или средние помещения	1500	82	100	122	158	191	305
	1000	64	78	95	123	148	237
Снаружи	1500	102	125	152	198	238	381
	1000	80	98	119	155	187	299

Таблица П. 8.11

Термическая мощность четырехступенчатых редукторов, кВт

Место установки редуктора	Скорость потока воздуха, м/с	Типоразмер				
		5Ц4-180ES 5КЦ3-180ES	5Ц4-200ES 5КЦ3-200ES	5Ц4-225ES 5КЦ3-225ES	5Ц4-250ES 5КЦ3-250ES	5Ц4-280ES 5КЦ3-280ES
		Термическая мощность редукторов без дополнительного охлаждения P_{G1}				
Большие или средние помещения	$\leq 0,3$	46	56	69	108	173
Снаружи	1	56	68	83	130	208

Проверяем условие:

$$P_e \leq P_{G2} \cdot f_A \cdot f_W,$$

где P_{G2} — термическая мощность редуктора с вентилятором, кВт.

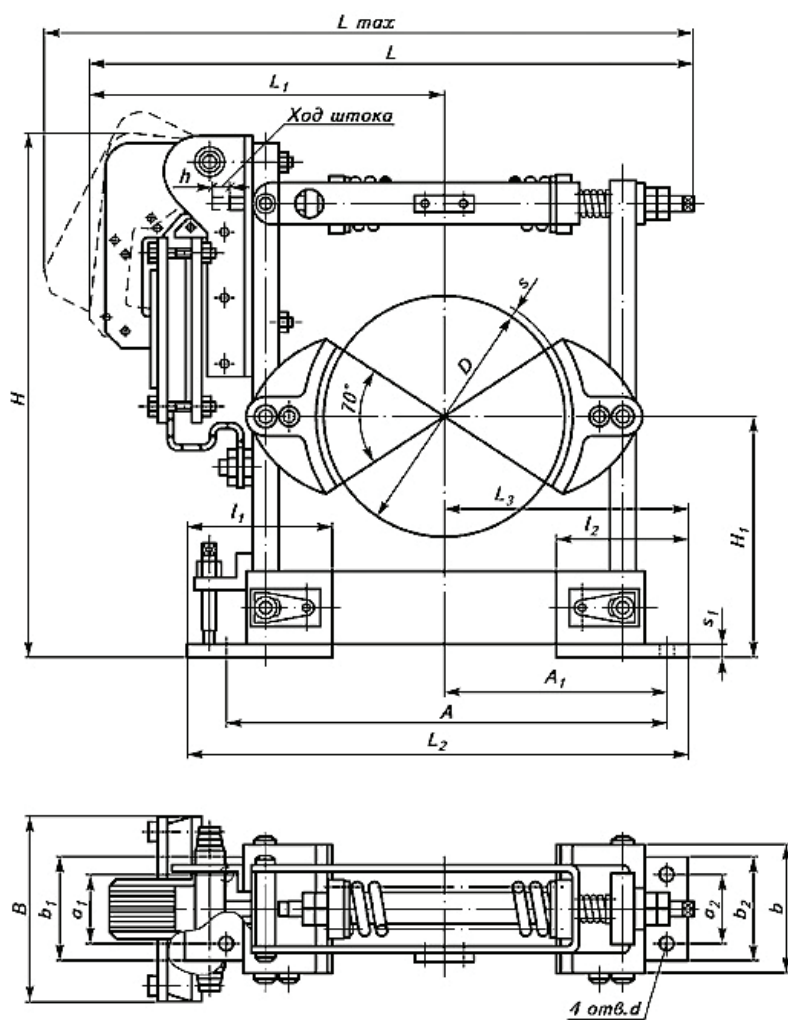
Если это условие выполняется, то для дополнительного охлаждения редуктора достаточно использовать вентилятор, в противном случае необходимо применять теплообменник радиаторного типа.

Приложение 9

Тормозные устройства

Тормоза колодочные типа ТКТ

Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза типа ТКТ с электромагнитами переменного тока серии МО



Технические характеристики

Типоразмер тормоза	Диаметр шкива, мм	Тип электром агнита	Род тока	Рабочее на- пряжение, В	Максимальный тор- мозной момент, Н·м			Мас- са, кг, не бо- лее
					при ПВ, %			
					25	40	100	
ТКТ-100	100	МО-100	Пере- мен- ный	110; 220	—	20	10	12
ТКТ-200/100	200					39	22	25
ТКТ-200		МО-200				157	78	36
ТКТ-300/200	300					235	118	70

Тип тормоза	Тип электромагнита	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
		<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>H</i> ₁	<i>L</i> _{max}	<i>L</i> [*]	<i>L</i> ₁	<i>L</i> ₂	<i>L</i> ₃
ТКТ-100	МО-100	220	110	130	100	244	105	395	339	207	300	125
ТКТ-200/100		МО-200	350		175	200	397	170	584	528	270	394
ТКТ-200	407			671			570		342			
ТКТ-300/200	МО-200		500	250	177	300	552	240	850	749	409	550

Продолжение

Тип тормоза	Тип электромагнита	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
		<i>a</i> ₁	<i>a</i> ₂	<i>b</i>	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>s</i>	<i>s</i> ₁
ТКТ-100	МО-100	40		70	65		13	3	83	35	6	4
ТКТ-200/100		60		90			18		80		8	7
ТКТ-200	МО-200	80		140	120		22	4,2	90			
ТКТ-300/200												

* Размер при возможном крайнем положении якоря

Тормоза колодочные типов ТКГ, ТКТГ**Технические характеристики**

Наименование параметра	Значение параметра для типоразмеров тормозов с электрогидротолкателями									
	ТКГ-160	ТКГ-200	ТКГ-160-1	ТКГ-200-1	ТКГ-300	ТКГ-400	ТКГ-500	ТКТГ-600	ТКТГ-700	ТКТГ-800
Диаметр тормозного шкива, мм	160	200	160	200	300	400	500	600	700	800
Расчетный тормозной момент, Н·м	100	300	100	300	800	1500	2500	5000	8000	12500
Род тока	Переменный, частотой 50 Гц									

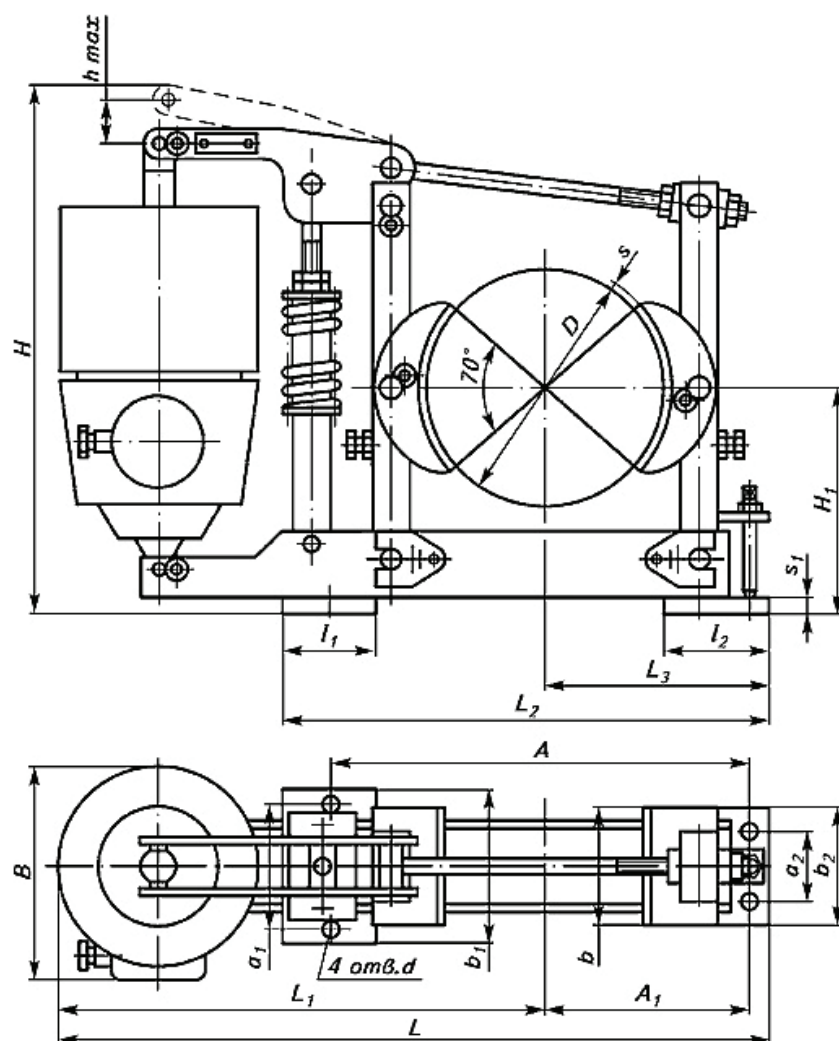
Наименование параметра	Значение параметра для типоразмеров тормозов с электрогидротолкателями									
	ТКГ-160	ТКГ-200	ТКГ-160-1	ТКГ-200-1	ТКГ-300	ТКГ-400	ТКГ-500	ТКТГ-600	ТКТГ-700	ТКТГ-800
Напряжение, В	220/380									
Потребляемая мощность, В·А	160		160		200	240		350		
Номинальное усилие на штоке толкателя, Н, не менее	300		300		500	800		2000		
Ход штока толкателя, мм, не менее	32 (50)		50		65	80		60	90	140
Время наложения колодок, с, не более	0,2		2		0,35	0,4		1	1,5	2,4
Масса тормоза, кг	21,5	30	21,5	30	55	95	150	210	319	400
Тип толкателя	ТЭ-30		ТЭ-30 РД		ТЭ-50	ТЭ-80		ТЭ-200		
Диапазон регулирования полного времени опускания штока, с	—		2—8		—					
Усилие демпфирующей пружины (регулир.), Н			80—200							

Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм									
	A	A ₁	B	D	H	H ₁	L	L ₁	L ₂	L ₃
ТКГ-160	200	72	202	160	415	144	495	355	263	140
ТКГ-200	350	175		200	425	170	603	419	415	213
ТКГ-300	500	250	212	300	550	240	772	502	560	270
ТКГ-400	340	170	232	400	600	300	895	630	530	265
ТКГ-500	410	205		500	735	400	1160	727	786	433

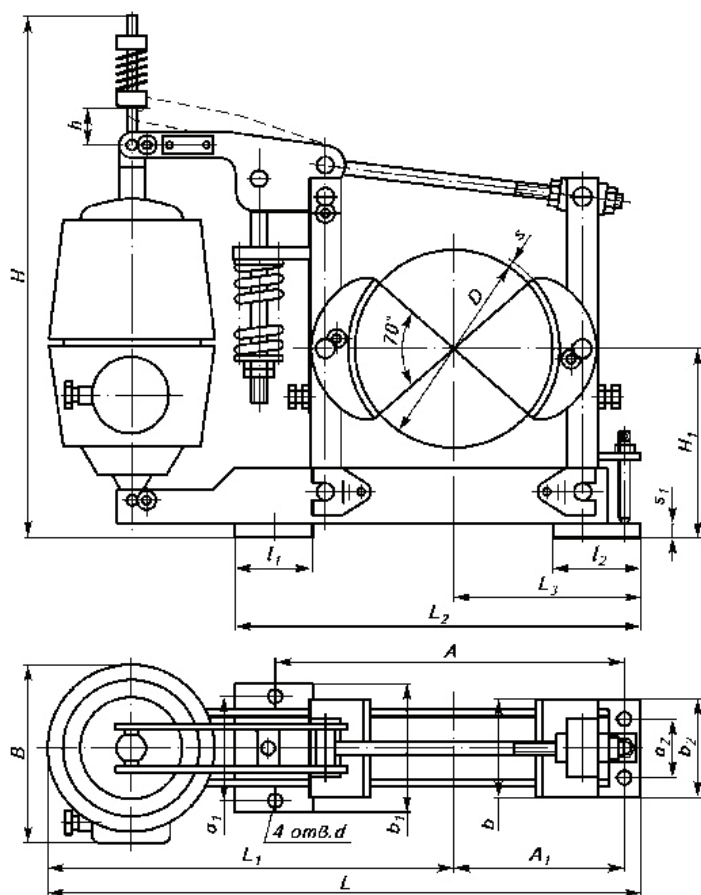
Продолжение

Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
	a_1	a_2	b	b_1	b_2	d	h_{\max}	l_1	l_2	s	s_1
ТКГ-160	90		70	120		13	32	30		6	6
ТКГ-200	120	60	90	150	90	18		50	80	8	7
ТКГ-300	150	80	140	190	120	22	65	80	100		12
ТКГ-400	68		180	180	128		80	120			
ТКГ-500	85		200	200	140	27		180			

Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза типа ТКГ с электрогидротолкателем



Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза типа ТКГ с электрогидротолкателем и демпфирующим узлом

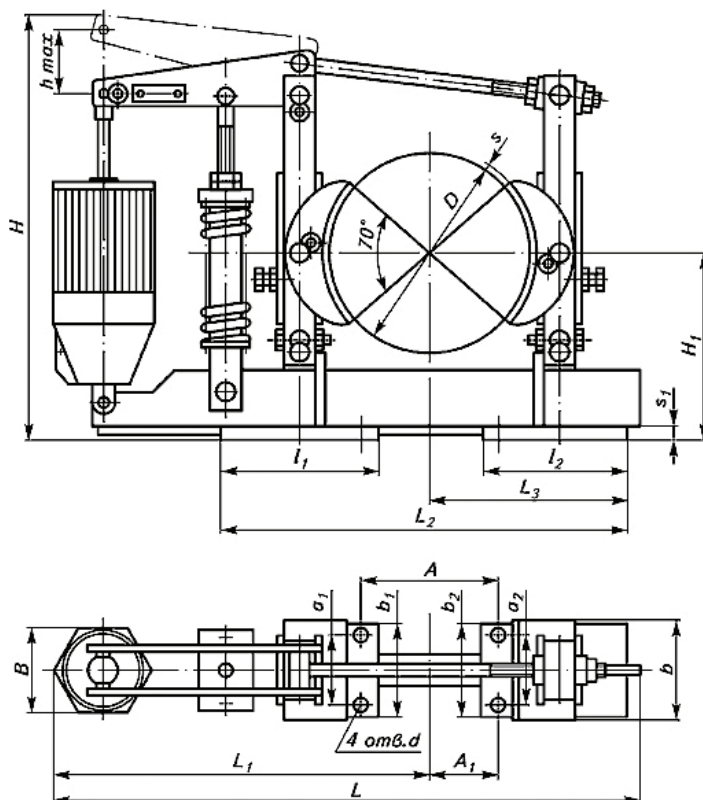


Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
	A	A ₁	B	D	H	H ₁	L	L ₁	L ₂	L ₃	a ₁
ТКГ-160-1	200	72	202	160	580	144	495	355	263	140	90
ТКГ-200-1	350	175		200	587	170	603	419	415	213	120

Продолжение

Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм									
	a ₂	b	b ₁	b ₂	d	h	l ₁	l ₂	s	s ₁
ТКГ-160-1	90	70	120		13	50	30		6	
ТКГ-200-1	60	90	150	90	18		50	80	8	7

**Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного
тормоза типа ТКТГ с электрогидротолкателем**



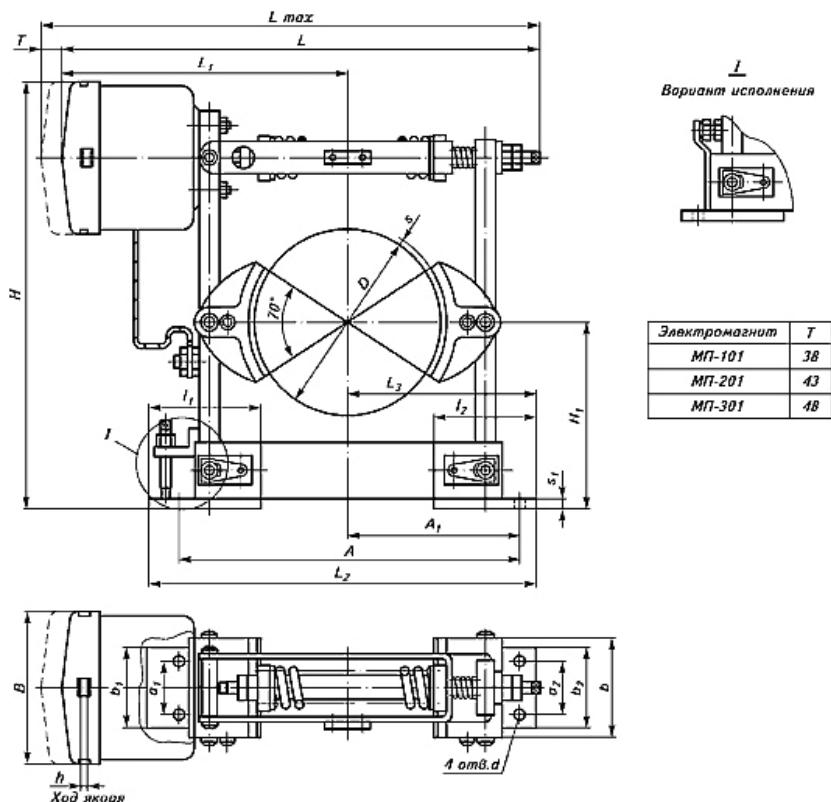
Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм									
	<i>A</i>	<i>A</i> ₁	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>H</i> ₁	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>L</i> ₂	<i>L</i> ₃
TKTG-600	500	250	250	600	865	415	1335	870	800	400
TKTG-700	610	305		700	977	465	1610	1057	904	452
TKTG-800	700	350		800	1076	540	1800	1192	1034	517

Продолжение

Тип тор- моза	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
	<i>a</i> ₁	<i>a</i> ₂	<i>b</i>	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>d</i>	<i>h</i> _{max}	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>s</i>	<i>s</i> ₁
TKTG-600	126		240	200		30	60	200		10	20
TKTG-700	150		280	230		34	90	210			
TKTG-800	160		320	240		38	140	225			35

Тормоза колодочные типов ТКП, ТКМП

Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза типа ТКП с электромагнитами постоянного тока серии МП



* T — размер для снятия кожуха

Технические характеристики

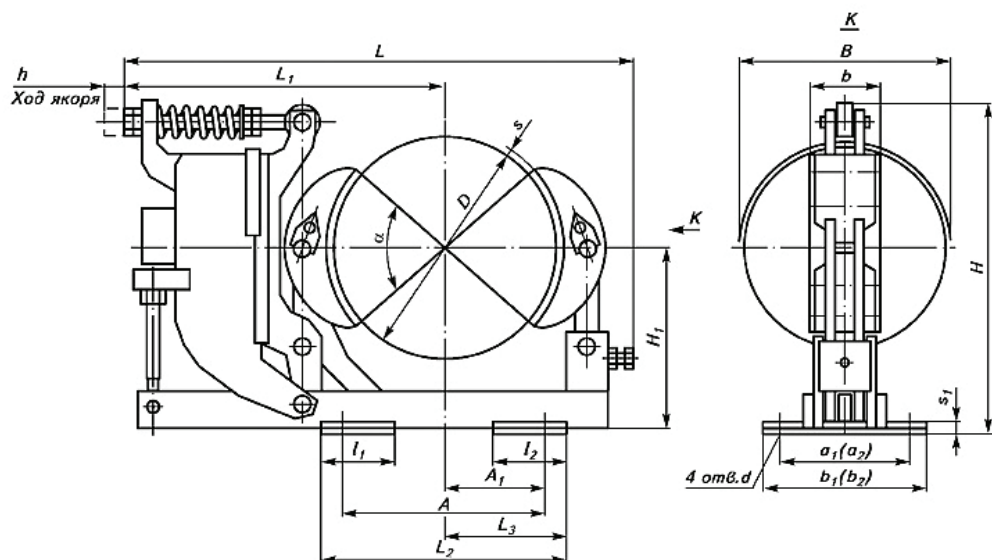
Типоразмер тормоза	Диаметр шкива, мм	Тип электром агнита	Род тока	Рабочее напряже ние, В	Максимальный тор мозной момент, Н·м			Масса, кг, не более
					при ПВ, %			
					25	40	100	
ТКП-100	100	МПТ-108,	Пос то ян ный	110; 220	20	16	8	16
ТКП-200/100	200	МП-101			39	31	16	30
ТКП-200		МПТ-212, МП-201			157	123	53	37
ТКП-300/200	300				МП-301, МПТ-317	235	186	78
ТКП-300		490				412	167	90
ТКМП-400	400	Электромаг нит постоян ного тока		110; (220; 440)	1400	1100	530	196
ТКМП-500	500				2400	1700	820	305
ТКМП-600	600				4800	3400	1500	460

[illegible]

Продолжение

Тип тормоза	Тип электро- магнита	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
		a_1	a_2	b	b_1	b_2	d	h	l_1	l_2	s	s_1
ТКП-100	МП-101 МПТ-106 МПТ-108	40		70		65	13	3 3,5–7 5–10	83	35	6	4
ТКП-200/100	МП-101 МПТ-106 МПТ-108	60				90	18	3 3,5–7 5–10	80		8	7
ТКП-200	МП-201 МПТ-212							4 5,5–9				
ТКП-300/200	МП-201 МПТ-212	80		140		120	22	4 5,5–9	90			9
ТКП-300	МП-301 МПТ-317							4,5 6–12				

Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза типа ТКМП с короткоходовыми магнитами постоянного тока



Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
	A	A_1	B	D	H	H_1	L	L_1	L_2	L_3	a_1
ТКМП-400	350	175	360	400	580	310	910	595	430	215	230
ТКМП-500	450	225	435	500	730	380	1050	660	530	265	225
ТКМП-600	600	300	525	600	880	450	1250	800	680	340	300

Продолжение

Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
	a_2	b	b_1	b_2	d	h	l_1	l_2	a	s	s_1
ТКМП-400	230	160	290		26	2–3	120		45	8	22
ТКМП-500	225				25	2,3–3,5					40
ТКМП-600	300	240	360		32	2,7–4	160		40		45

Структурное обозначение

Тормоз ТКХ–Х-(1)-Х2:

ТК — тормоз колодочный;

Х — вид привода:

Т — с электромагнитным приводом переменного тока;

МП, П — с электромагнитным приводом постоянного тока;

Г, ТГ — с электрогидравлическим приводом;

Х — диаметр тормозного шкива, мм;

1 — порядковый номер модификации;

Х2 — климатическое исполнение (У, УХЛ, Т) и категория размещения по ГОСТ 15150–69.

Представленные выше колодочные тормоза соответствуют техническим условиям:

ТКП — ТУ 3178-003-11523712-94;

ТКМП — ТУ 3178-009-11523712-96;

ТКГ-160; 200; 300 и ТКГ-160 (200)-1 — ТУ 3178-004-11523712-94;

ТКГ-400; 500 и ТКТГ — ТУ 3178-005-11523712-94;

ТКТ — ТУ 3178-003-11523712-94.

Приложение 10

Муфты

Муфты зубчатые

Используются для постоянного соединения соосных валов и одновременной компенсации их незначительных угловых и радиальных смещений.

Таблица П. 10.1

Технические характеристики зубчатых муфт

Номер муфты МЗ/МЗП	Частота вращения, об/мин	Крутящий момент, Н·м	Масса, МЗ/МЗП, кг	Номер муфты МЗ/МЗП	Частота вращения, об/мин	Крутящий момент, Н·м	Масса, МЗ/МЗП, кг
1/1	6300	710	12/11	9/9	1700	30000	176/179
2/2	5000	1400	16/16	10/10	1400	50000	264/264
3/3	4000	3150	30/30	11/11	1250	71000	376/372
4/4	3350	5600	51/48	12/12	1120	100000	531/520
5/5	2800	8000	61/62	13/13	1000	150000	739/750
6/6	2500	11800	81/80	14/13	900	200000	933/924
7/7	2120	19000	109/111	15/13	800	250000	1288/1237
8/8	1900	23600	146/147				

Таблица П. 10.2

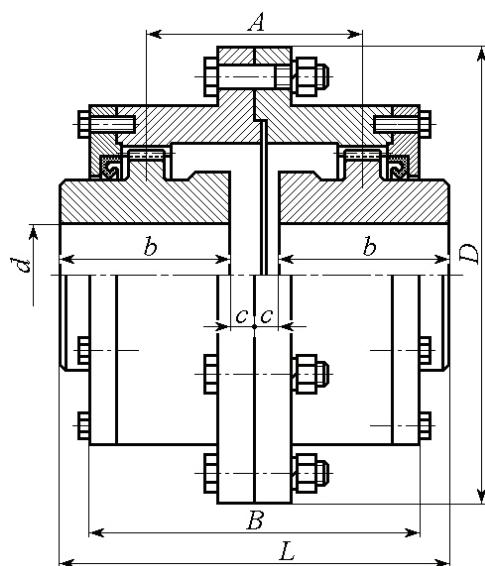
Габаритно-присоединительные размеры зубчатых муфт, мм

Номер муфты МЗ/МЗП	D	d	d_1	D_1	L	B	B_1	b	c	A
1/1	170	15	40	110	117	112	114	55	2,5	49
2/2	185	25	50	135	147	138	142	70	2,5	175
3/3	220	35	60	160	177	172	164	85	2,5	95
4/4	250	40	75	185	217	202	209	105	2,5	125
5/5	290	45	90	210	242	226	234	115	5	145
6/6	320	55	105	240	262	251	256	125	5	160
7/7	350	60	120	270	292	276	284	140	5	185
8/8	380	75	140	300	332	301	316	160	5	210
9/9	430	85	160	330	342	316	329	165	5	320

Номер муфты МЗ/МЗП	D	d	d_1	D_1	L	B	B_1	b	c	A
10/10	490	105	180	390	372	349	360	180	5	245
11/11	545	115	220	445	412	389	400	200	5	280
12/12	590	135	250	490	492	464	480	240	5	350
13/13	684	155	280	555	537	499	520	260	7,5	375
14/13	734	175	320	608	577	542	561	280	7,5	405

Примечание. Втулки зубчатых муфт расточены предварительно на диаметр d ; по требованию заказчика диаметр расточки может быть изменен; максимальный диаметр расточки — d_1 ; предельные отклонения диаметров цилиндрических отверстий — Н7, конических — Н9.

Муфты 1-го типа (МЗ)



Муфты 2-го типа (МЗП)

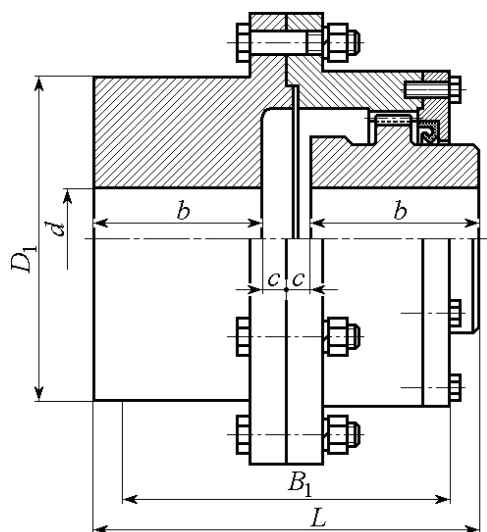
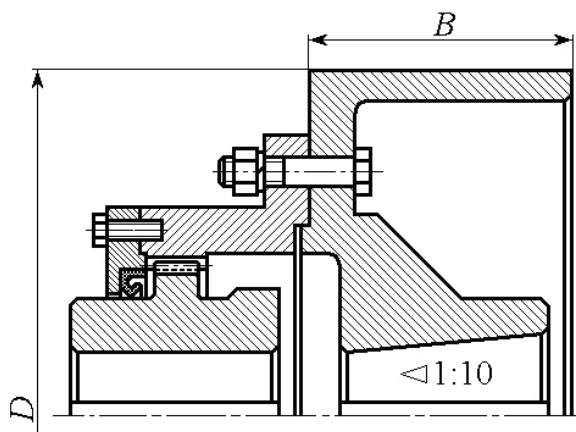


Таблица П. 10.3

Муфта МЗП с тормозным шкивом



Номер муфты	Наибольший передаваемый крутящий момент, Н·м	Диаметр тормозного шкива, D , мм	Ширина тормозного шкива, B , мм	Масса муфты, кг	Момент инерции муфты, кг·м ²
МЗП-1	700	200	95	13	0,1
МЗП-2	1400	200	135	18	0,15
МЗП-3	3150	300	145	30	0,6
МЗП-4	5600	400	185	68	1,75
МЗП-5	8000	500	205	122	3,75

Муфты упругие втулочно-пальцевые

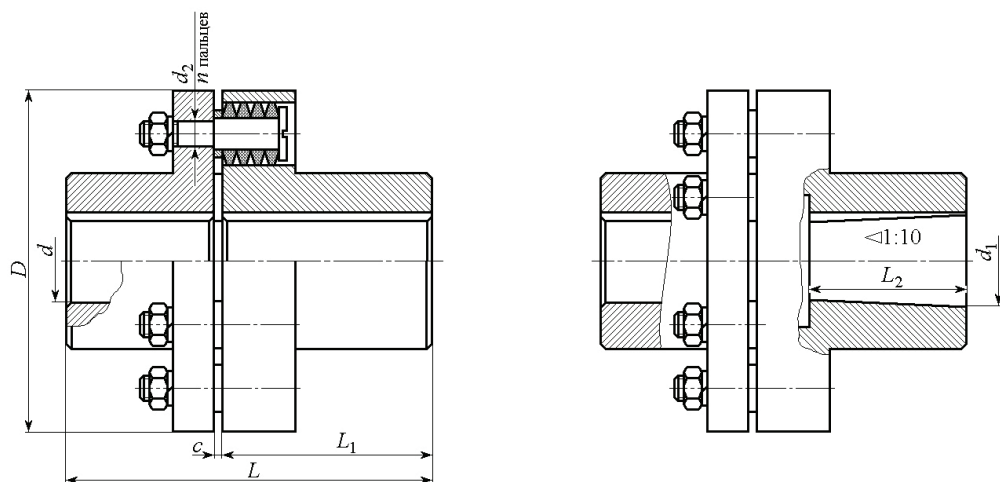
Таблица П. 10.4

Технические характеристики упругих втулочно-пальцевых муфт, ГОСТ 21.424–93

Обозначение муфт	Частота вращения, об/мин	Номинальный крутящий момент, Н·м	Обозначение муфт	Частота вращения, об/мин	Номинальный крутящий момент, Н·м
МУВП 31,5	6360	31,5	МУВП 710	3000	710
МУВП 63,5	5700	63,5	МУВП 1000	2880	1000
МУВП 125	4620	125	МУВП 2000	2280	2000
МУВП 250	3780	250	МУВП 4000	1800	4000
МУВП 500	3600	500			

Таблица 10.5

**Габаритные и присоединительные размеры
упругих втулочно-пальцевых муфт, мм**

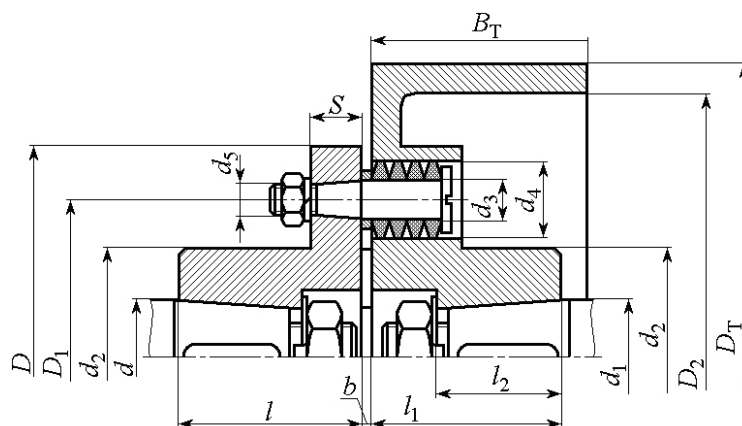


Обозначение муфт	Параметры									
	d	d_1	D	L	c	L_1	L_2	d_2	n	Масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
МУВП 31,5	16	—	50	84	4	40	—	9	4	1,4
	16	16	50	84	4	40	30	9	4	1,3
	18	—	50	84	4	40	—	9	4	1,3
	18	18	50	84	4	40	30	9	4	1,3
МУВП 63,5	20	—	90	104	4	50	—	9	6	1,9
	20	20	90	104	4	50	38	9	6	1,9
	22	—	90	104	4	50	—	9	6	1,9
	22	22	90	104	4	50	38	9	6	1,9
МУВП 125	25	—	120	125	5	60	—	12	4	4,7
	25	25	120	125	5	60	44	12	4	4,6
	28	—	120	125	5	60	—	12	4	4,6
	23	28	120	125	5	60	44	12	4	4,5
	30	—	120	165	5	80	—	12	4	4,8
	30	30	120	165	5	80	60	12	4	4,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
МУВП 250	32	—	140	165	5	80	—	12	6	7,3
	32	32	140	165	5	80	60	12	6	7,2
	35	—	140	165	5	80	—	12	6	7,1
	35	35	140	165	5	80	60	12	6	7,1
	36	—	140	165	5	80	—	12	6	7,1
	36	36	140	165	5	80	60	12	6	7,0
	38	—	140	165	5	80	—	12	6	6,9
	38	38	140	165	5	80	60	12	6	6,7
МУВП 500	40	—	170	225	6	110	—	16	6	14,4
	40	40	170	225	6	110	85	16	6	14,2
	42	—	170	225	6	110	—	16	6	14,2
	42	42	170	225	6	110	85	16	6	14,1
	45	—	170	225	6	110	—	16	6	13,7
	45	45	170	225	6	110	85	16	6	13,4
МУВП 710	48	—	190	226	6	110	—	16	8	18,4
	48	48	190	226	6	110	—	16	8	18,2
	50	—	190	226	6	110	85	16	8	18,2
	50	50	190	226	6	110	—	16	8	17,7
	55	—	190	226	6	110	—	16	8	17,4
	55	55	190	226	6	110	—	16	8	17,0
МУВП 1000	60	—	220	286	6	140	—	16	10	27,4
	60	60	220	286	6	140	107	16	10	26,6
	65	—	220	286	6	140	—	16	10	26,3
МУВП 2000	70	—	250	288	8	140	—	20	10	40,1
	70	70	250	288	8	140	107	20	10	39,7
	75	—	250	288	8	140	—	20	10	38,9
	75	75	250	288	8	140	107	20	10	38,6
МУВП 4000	80	—	320	350	10	170	—	28	10	83,4
	80	80	320	350	10	170	135	28	10	82,9
	85	—	320	350	10	170	—	28	10	81,8
	85	85	320	350	10	170	135	28	10	81,4
	90	—	320	350	10	170	—	28	10	79,8
	90	90	320	350	10	170	135	28	10	78,9
	95	—	320	350	10	170	—	28	10	77,8
	95	95	320	350	10	170	135	28	10	77,3

Таблица П. 10.6

Основные размеры и параметры втулочно-пальцевых муфт с тормозным шкивом



Параметры	Номинальный вращающий момент, M_H , Н·м (допустимое угловое смещение валов — 1°)					
	250	500	1000	2000	4000	8000
Число пальцев	6	6	10	10	10	10
Допустимое радиальное смещение валов, мм	0,3	0,3	0,4	0,4	—	—
Момент инерции, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,24	0,32	1,5	4,8	6,9	—
Тормозной момент M_T , Н·м	160	160	420	1500	1500	—
Масса, не более, кг	13,5	18,5	43	92	115	—
d (H7)	32–45	40–45	60–70	65–75	80–95	100–125
d_1 (H9)	32–38	40–45	50–70	65–90	80–95	95–125
D	140	170	220	250	320	400
D_T	200	200	300	400	400	500 600
D_1	100	120	170	190	242	300
D_2	180	180	275	370	370	465 560
d_2	70	80	120	140	175	220
d_3	14	18	18	24	30	38
d_4	28	36	36	46	58	72
d_5	M10	M12	M12	M16	M24	M30
l	80; 110	110	110; 140	140; 170	170	—
l_1	80	110	140	140	170	—
l_2	60	85	107	107	135	—
S	16	22	22	28	36	—
B_T	100	100	150	190	190	—
b	1–5	1–5	1–6	1–8	1–10	—

Учебное издание

Кожушко Герман Георгиевич
Лукашук Ольга Анатольевна

**РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ**

Редактор Н. П. Кубыщенко
Верстка О. П. Игнатьевой
Компьютерный набор О. А. Лукашук

Подписано в печать 24.10.2016. Формат 70×100/16.
Бумага писчая. Печать цифровая. Гарнитура Newton.
Уч.-изд. л. 11,1. Усл. печ. л. 18,7. Тираж 200 экз.
Заказ 336

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5
Тел.: 8(343)375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8(343) 350-56-64, 350-90-13
Факс: 8(343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru



КОЖУШКО ГЕРМАН ГЕОРГИЕВИЧ

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Подъемно-транспортные машины и роботы»
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

ЛУКАШУК ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА

кандидат технических наук, доцент, завкафедрой «Подъемно-транспортные машины и роботы»
ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»